

do

MACRO-COSMOS

ao MICRO-COSMOS

Paulo Mendes

Departamento de Física, Universidade de Coimbra

Educação para um Desenvolvimento Sustentável Mudanças Climáticas e Edublogues

Nova Ágora — Outono 2009

Macro ... Micro-Cosmos

- ✦ Ciência - maldita ou bendita?
- ✦ do ENIAC ao PC
- ✦ Infinitamente grande — Telescópios
- ✦ Muito pequeno — nano tecnologia
- ✦ Infinitamente pequeno — LHC
- ✦ Infinita energia? — Fusão nuclear

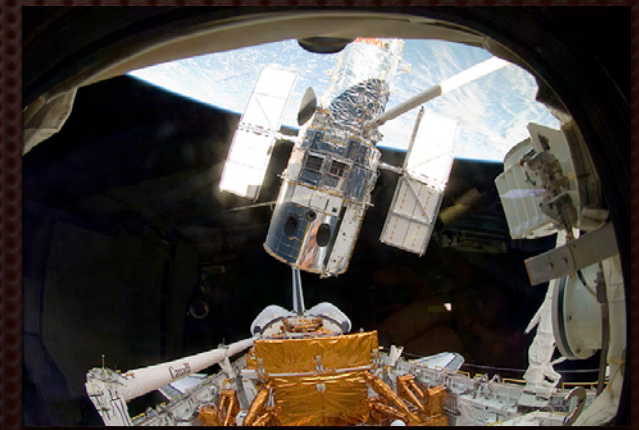
Civilização - Ciência - Tecnologia



[http://www.library.csi.cuny.edu/sias/
images/parthenon.jpg](http://www.library.csi.cuny.edu/sias/images/parthenon.jpg)



<http://www.lib-art.com>



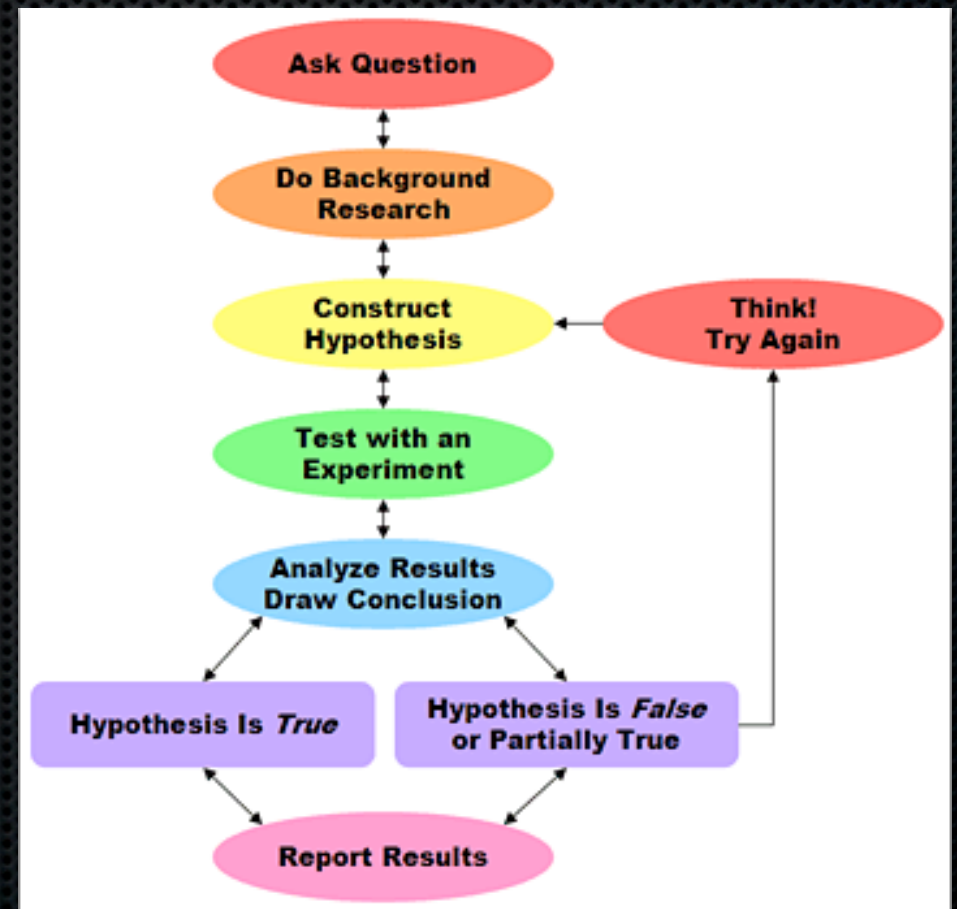
http://hubblesite.org/gallery/spacecraft/34/large_web

Civilização - Ciência - Tecnologia

✦ Método Científico:

Sistema auto-regulador de observação da Natureza

- Observar sem preconceitos
- Observar com honestidade
- Divulgar e comparar



Civilização - Ciência - Tecnologia

- 1- Método Científico não é universal!

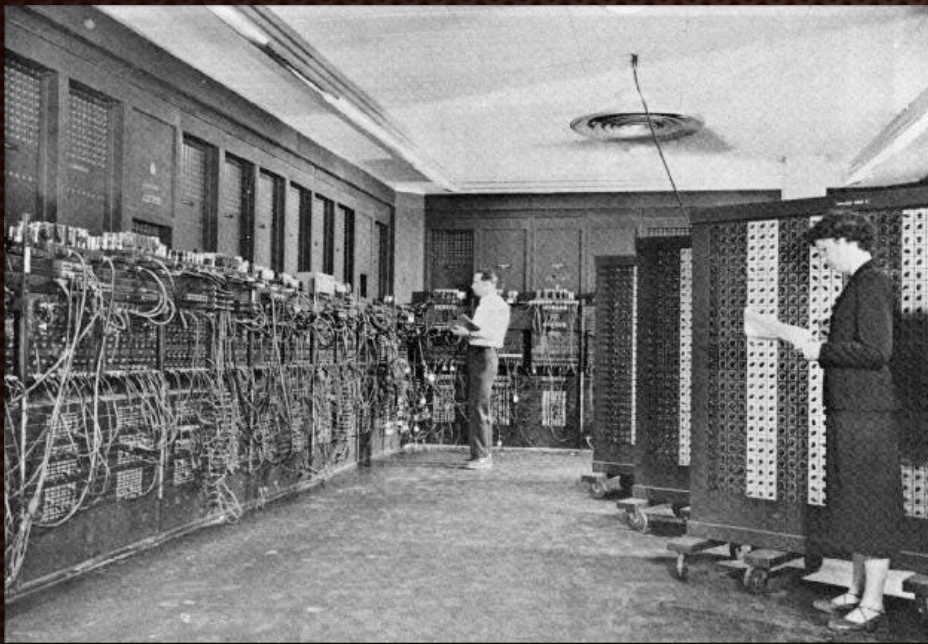
Se se puder medir e experimentar — física, química, biologia ... ✓

Se não se pode medir — psicologia, consciência, história ... ✗

- 2 - Método Científico não resolve problemas!

ajuda a estudar o problema e a testar soluções.

do ENIAC ao PC



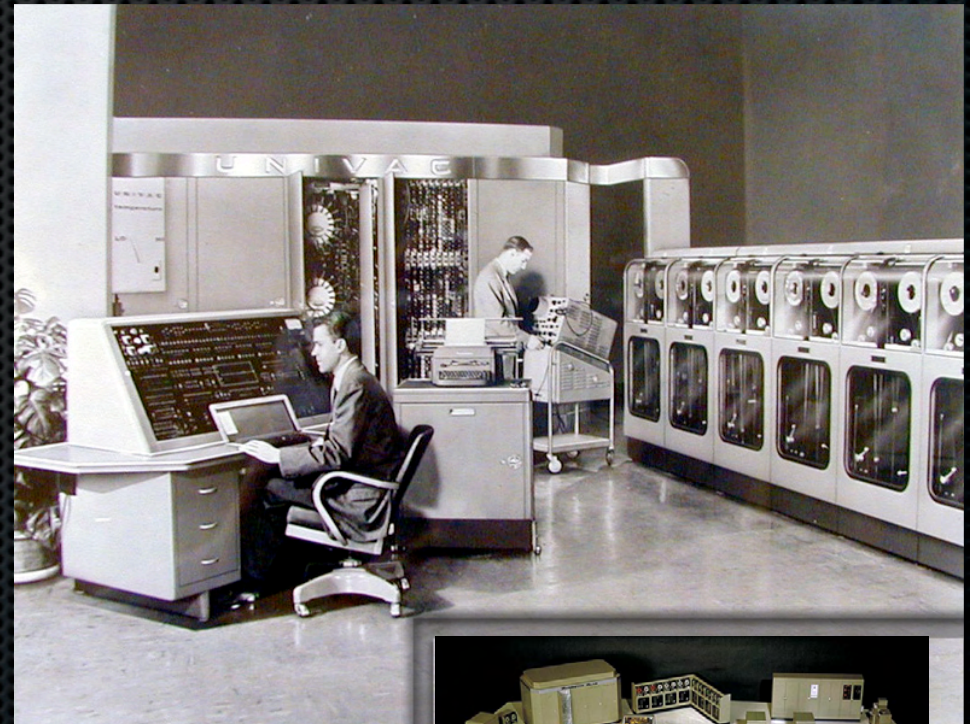
<http://en.wikipedia.org/wiki/ENIAC>



do ENIAC ao PC

UNIVAC 1 — 1º computador comercial - 1952

- 5200 válvulas
- 13 ton, Sala grande
- 125 kW
- 1095 ops - 2.25 MHz
- memória - 12 kB
- US\$1 250 000



<http://en.wikipedia.org/wiki/ENIAC>

do ENIAC ao PC

IBM S/370 — computador “mainframe” - 1970

- ✦ byte de 8 bit
- ✦ sistema de 32 bit
- ✦ FPU, DMA
- ✦ memória - 512 kB
- ✦ US\$ 1 250 000



http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_PP3145.html

do ENIAC ao PC

No laboratório

- ✦ Acelerador de iões
- ✦ PDP-11/07
- ✦ 1963
- ✦ > 40 anos de serviço



<http://www.videointerchange.com/images/pdp-7-uofor.jpg>

do ENIAC ao PC

PDP 11/03 — 1º mini-computador - 1975

- 16 bit
- memória - 64 kB
- Q-bus, modular
- > US\$ 10 000



<http://hampage.hu/pdp-11/>

do ENIAC ao PC

IBM 5150 — 1º PC - 1981

- 8 bit
- memória - 16 kB
- modular
- US\$ 1 565



http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/pc25/pc25_birth.html

do ENIAC ao PC

2009



do ENIAC ao PC

2009



LIP - Coimbra

1 - Onde vamos encontrar computadores no futuro? (É benéfico, para o ambiente, que haja cada vez mais e mais pequenos?)

2 - Haverá áreas de investigação prioritárias?

Telescópios



<http://cache-media.britannica.com/eb-media/52/752-004-6FE60E05.jpg>

Telescópios

O que é importante:

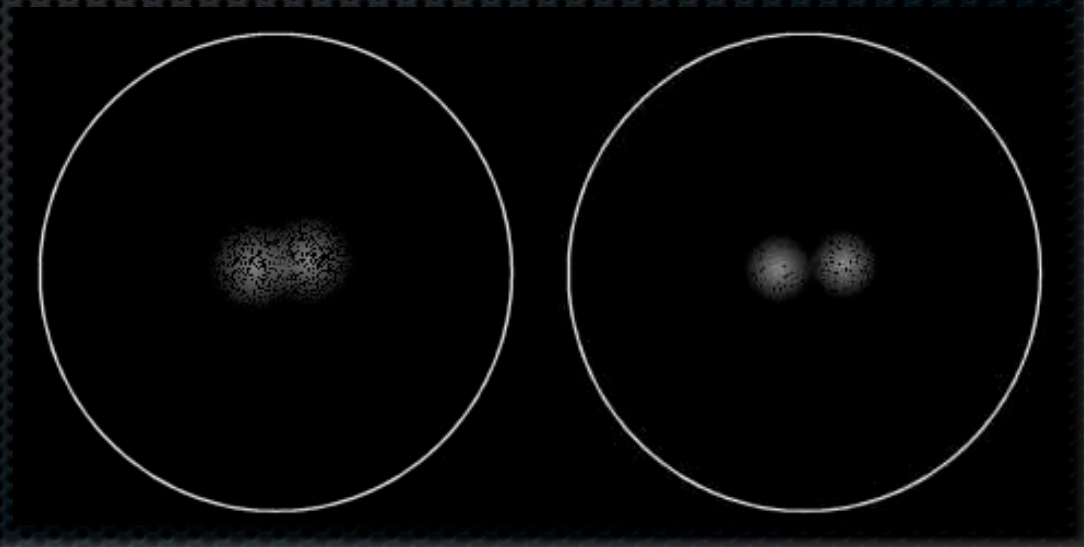
- Abertura



Instrumento	abertura /mm	magnitude	Nº estrelas
Olho nú	< 5	~4-5	2 822
Binóculos	50	10	626 883
Telescópio	500	15	130 577 797

<http://www.stargazing.net/david/constel/howmanystars.html>

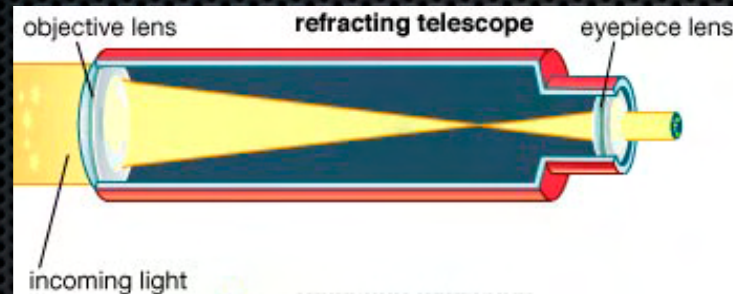
- Resolução



Telescópios

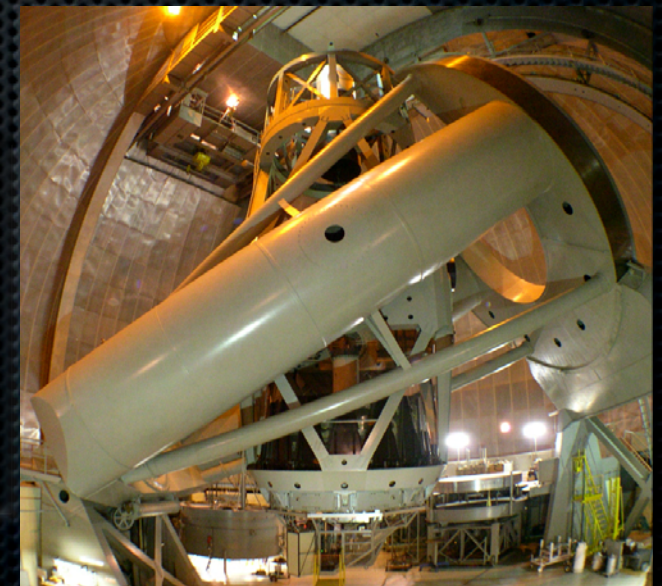
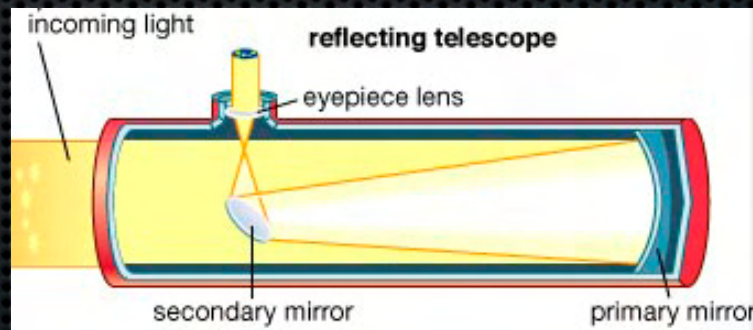
Tipos:

- Refrativos



<http://astro.uchicago.edu/yerkes/>

- Reflectivos

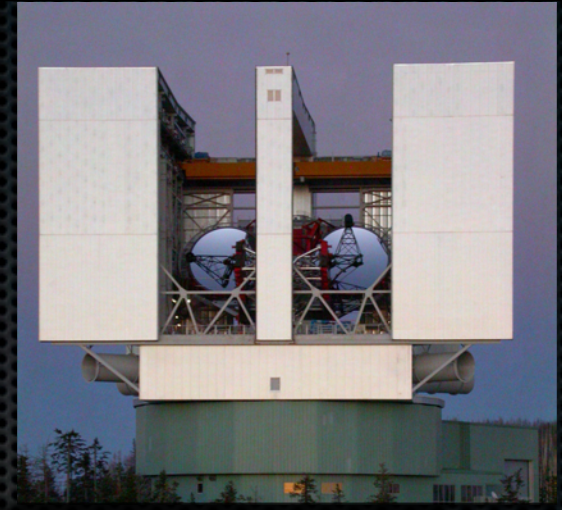


<http://www.astro.caltech.edu/palomar/>

Telescópios

Quanto maior melhor ...

- Espelho sólido (8,4 m)
- Espelho segmentado (10,4 m)
- Interferometria (4x8,2 m \equiv 200 m)

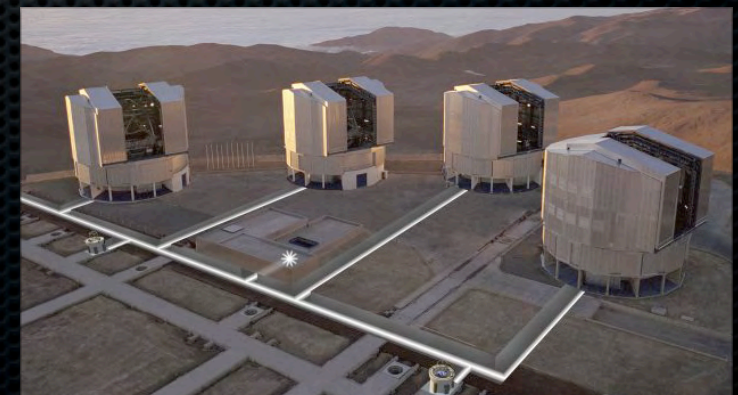


LBT



GTC

ESO



<http://medusa.as.arizona.edu/lbto/>

<http://www.gtc.iac.es/>

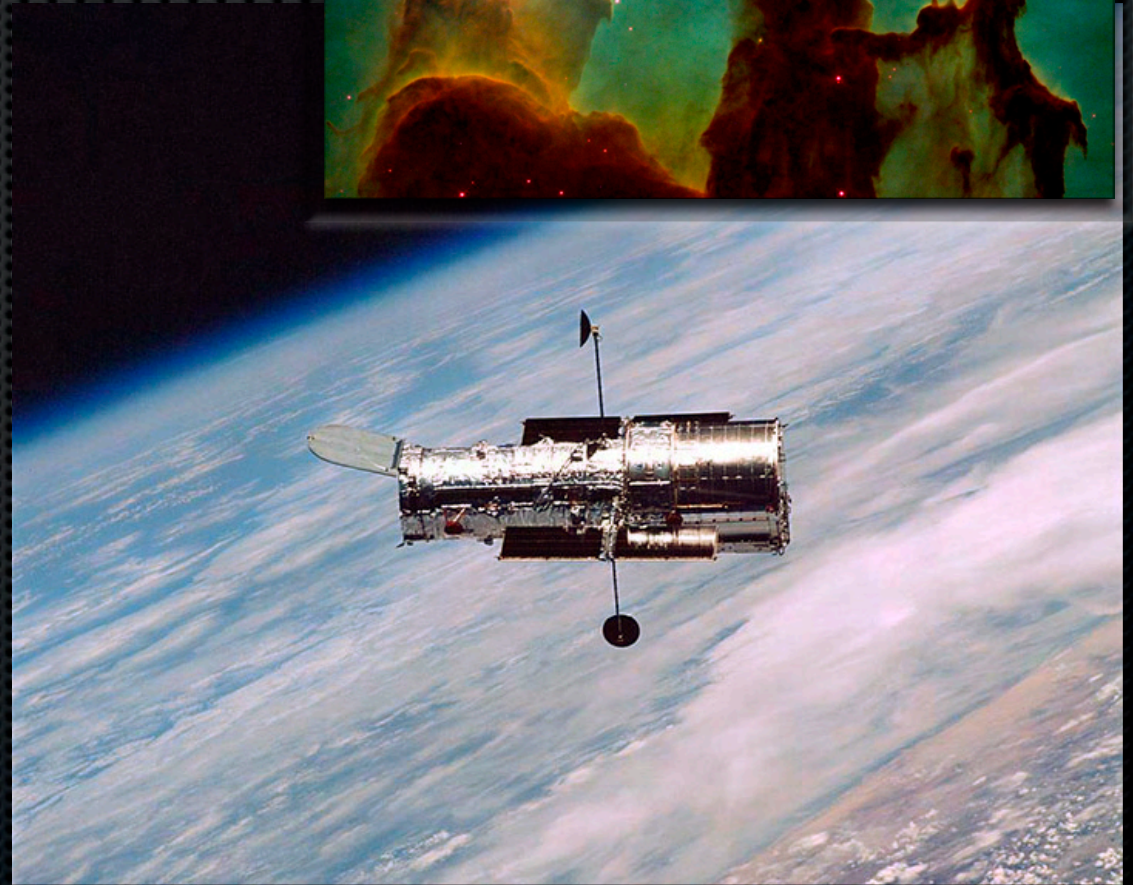
<http://www.eso.org/>

Telescópios

Quanto mais alto melhor ...

Hubble Space Telescope

- Espelho - 2,4 m
- Altitude - 559 km

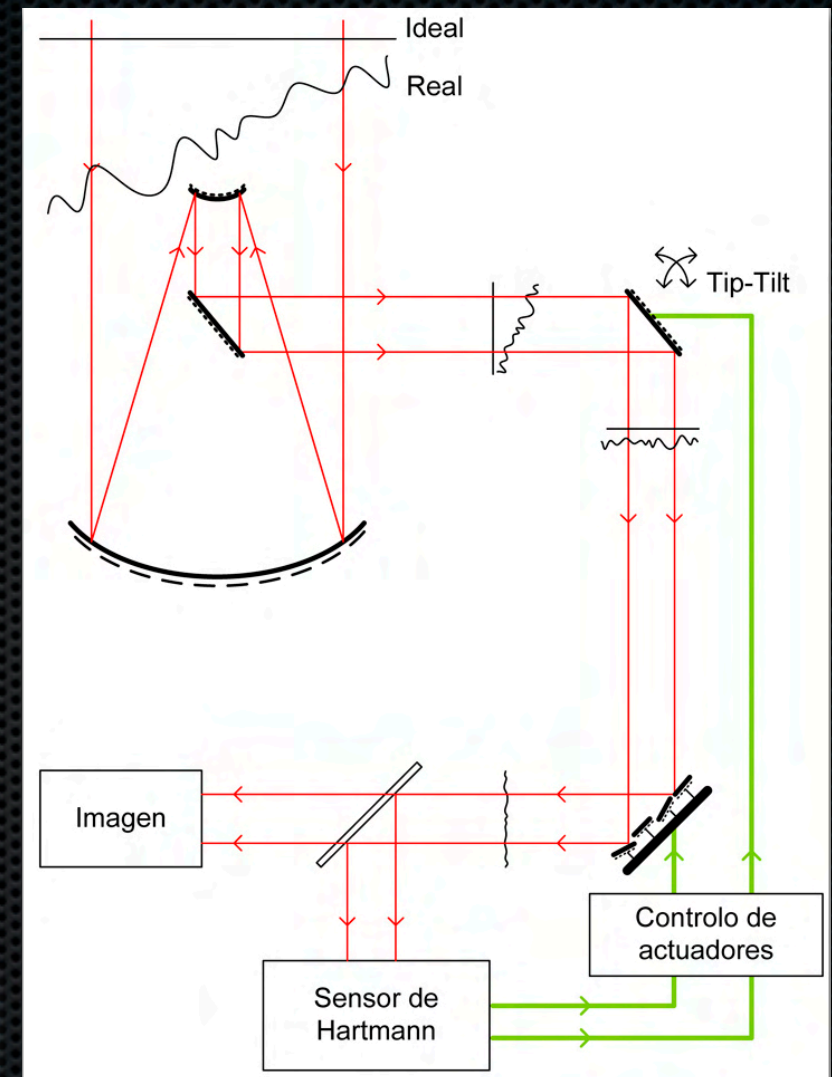
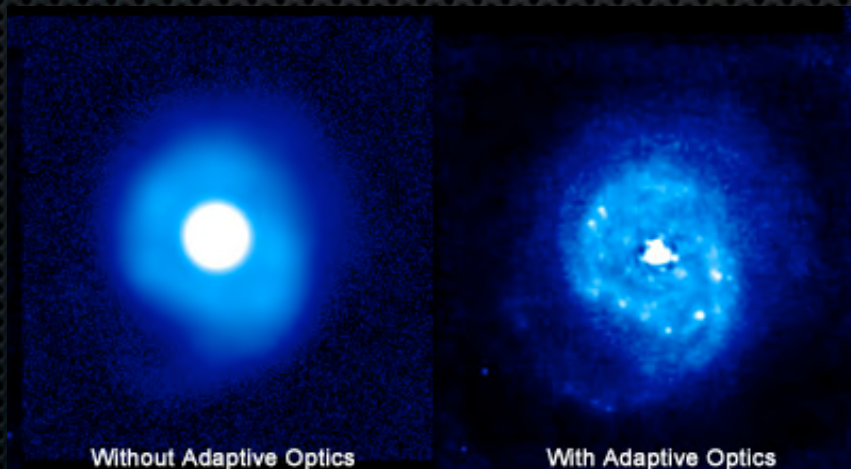


<http://hubblesite.org/>

Telescópios

Óptica adaptável

- auto-correcção
- Espelho deformável

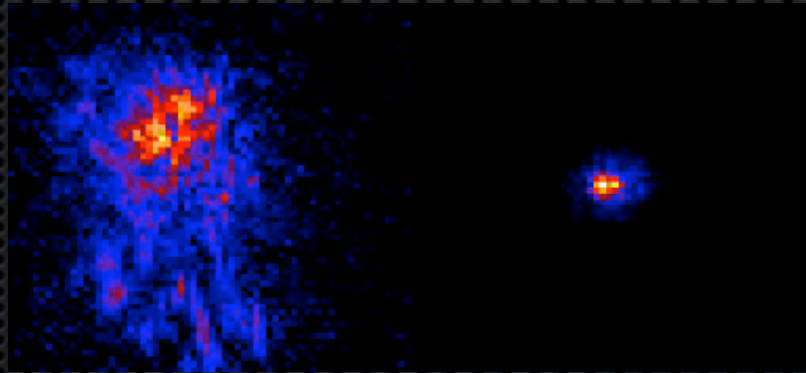


<http://www.gazetadefisica.spf.pt/>
2009, Vol. 32, Nº2-3 (2009) 4

NGC 7469
<http://cfao.ucolick.org/ao/why.php>

Telescópios

Óptica adaptável



<http://www.ucolick.org/~max/289C/>

Telescópios

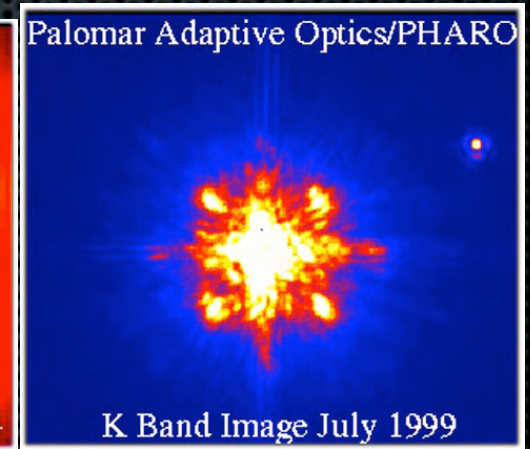
Óptica adaptável

- ✦ Nova vida para velhas máquinas

Hale - Companhia anã de GL 105



Sem OA

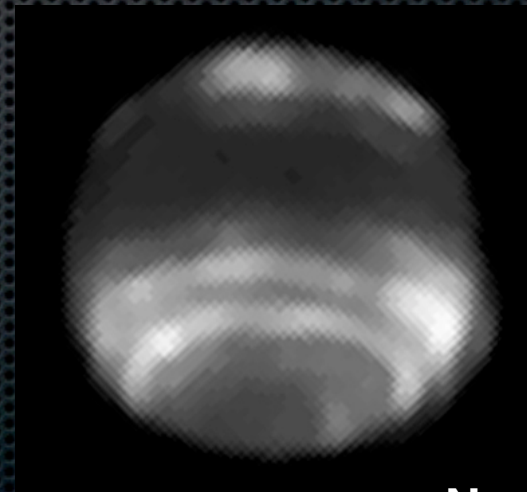


Com OA

- ✦ Melhor do que no espaço

<http://www.ucolick.org/~max/289C/>

Hubble - 2,4 m



Keck - 10 m



Neptuno

Telescópios

Futuros telescópios - maiores e melhores

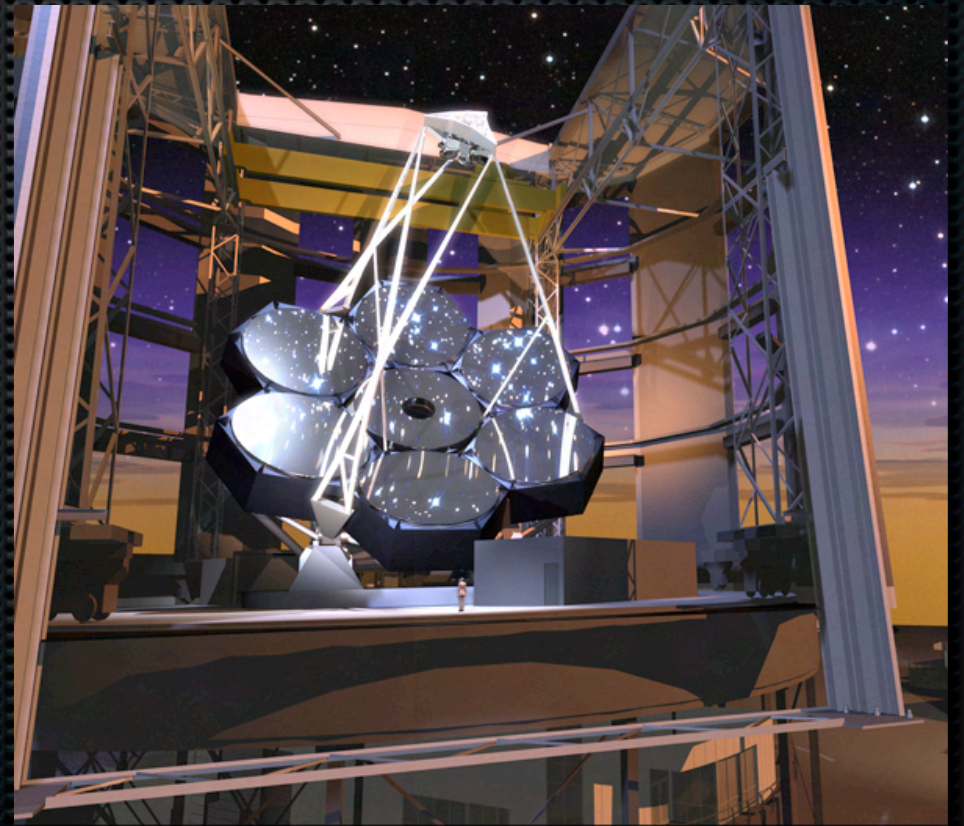
- ELT - Extremely Large Telescopes
- OVLA - Optical Very Large Array
- Espaço - JWST (James Webb Space Telescope)

Telescópios

ELT - Extremely Large Telescopes

GMT – Giant Magellan Telescope

- 7 x 8,4 m \equiv 24,5 m
- Las Campanas, Chile
- USA, Austr., Korea

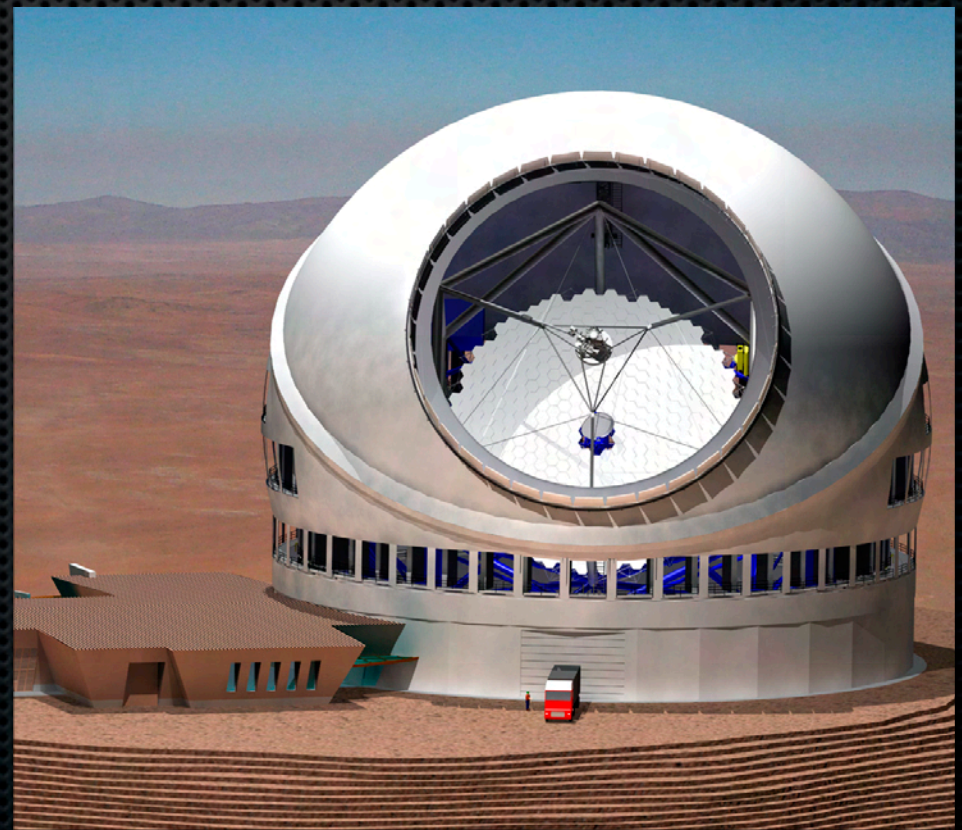


Telescópios

ELT - Extremely Large Telescopes

TMT – Thirty Meter Telescope

- Mosaico hexagonal
- 492 x 1,45 m \equiv 30 m
- Mauna Kea, Hawaii
- Canada, USA



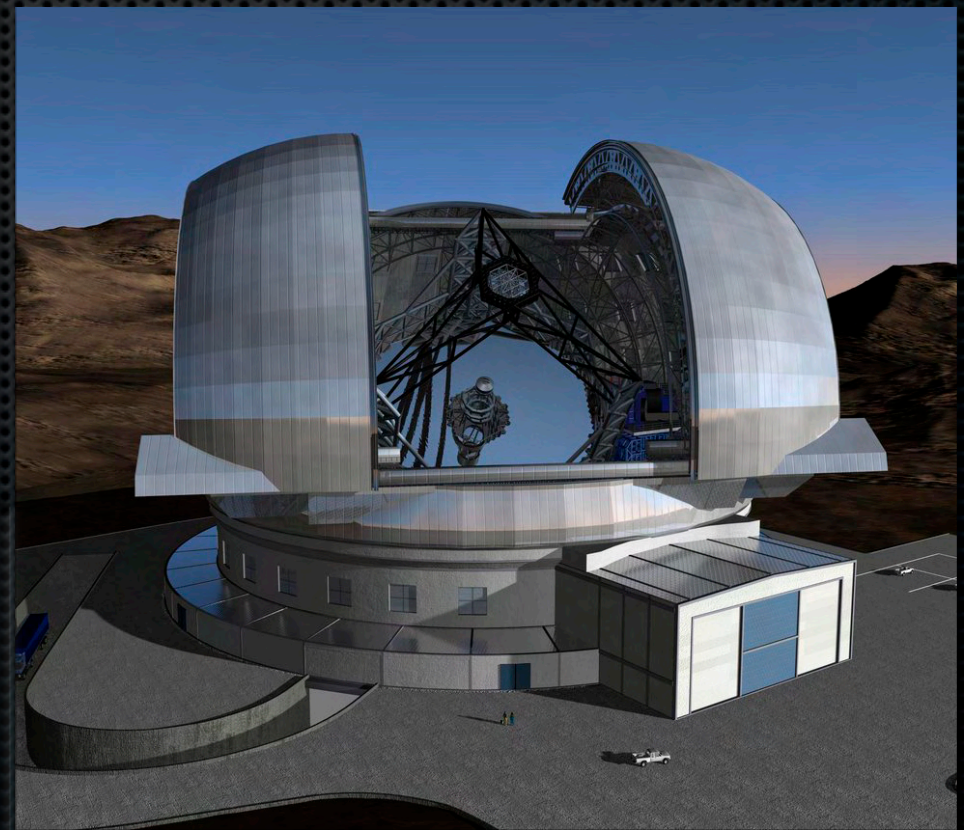
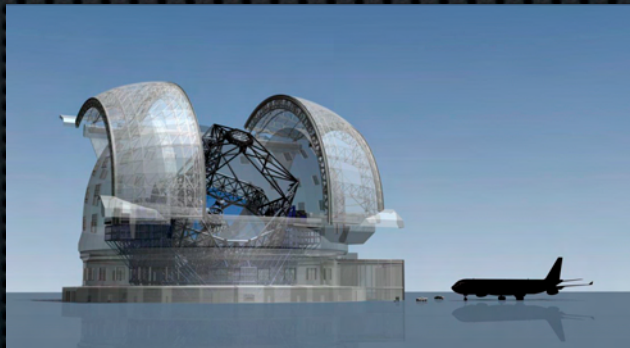
<http://www.tmt.org/>

Telescópios

ELT - Extremely Large Telescopes

EELT — Europe Extremely Large Telescope

- Mosaico hexagonal
- 1000 x 1,4 m \equiv 42 m
- ? 2010



<http://www.tmt.org/>

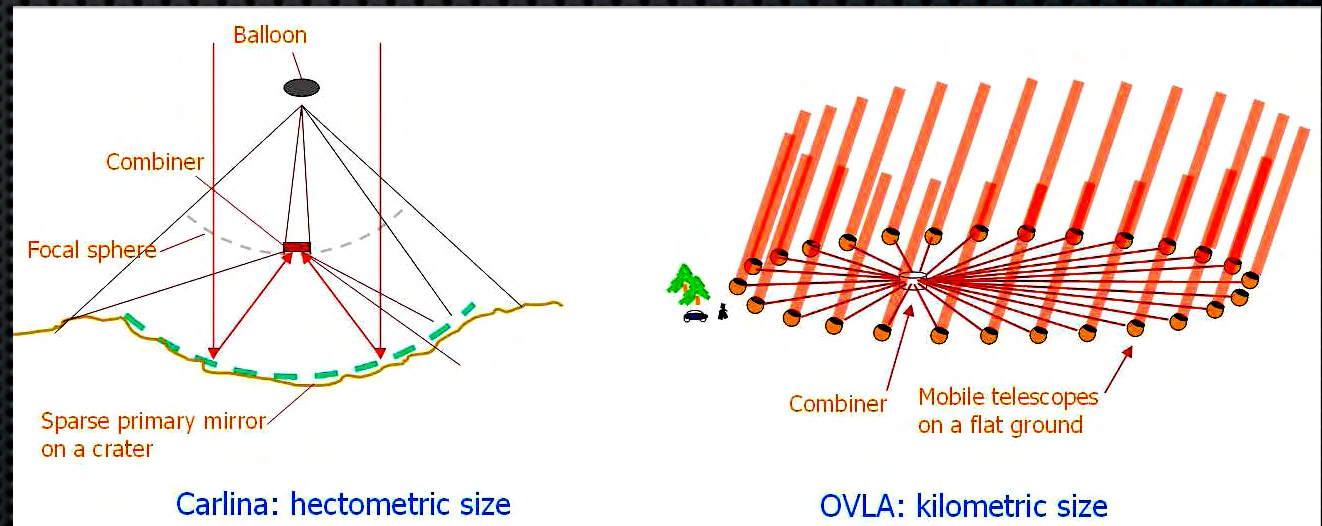
Telescópios

- OVLA - Optical Very Large Array

- Interferometria

- $\varnothing \sim 1 \text{ km}$

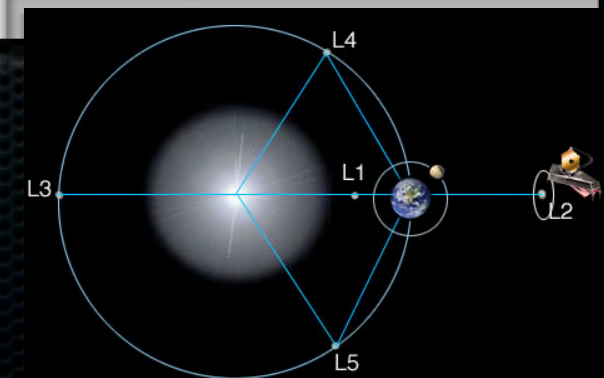
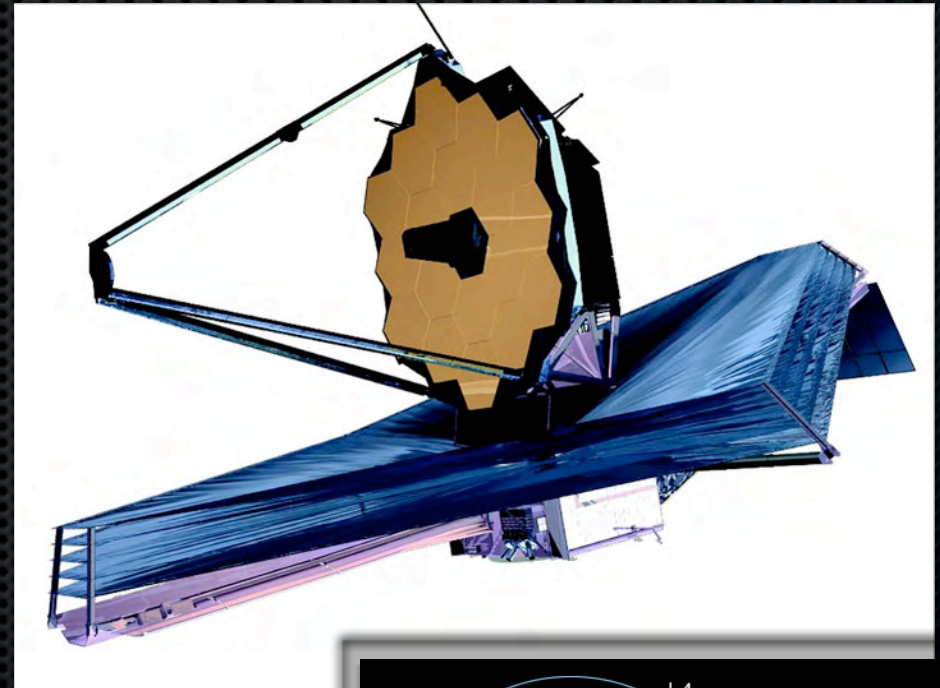
- ?



Telescópios

- JWST - James Webb Space Telescope

- Infravermelho
- $\varnothing \sim 18 \times 1,3 \text{ m} \equiv 6,5 \text{ m}$
- Lagrange L2
- 2014



<http://www.jwst.nasa.gov>

Telescópios

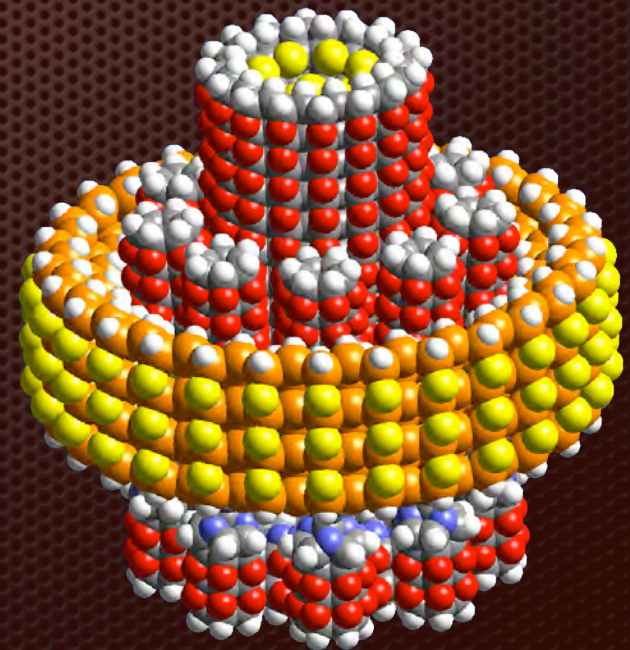
- ✦ Benefícios para Sociedade

- ✦ Microscopia
- ✦ Tomografia
- ✦ Óptica médica



3 - Que importância poderá vir a ter (ou já tem) a óptica adaptável para os consumidores?

nano Tecnologia



<http://www.zyvex.com/nanotech/images/planGearBig.gif>

nano Tecnologia

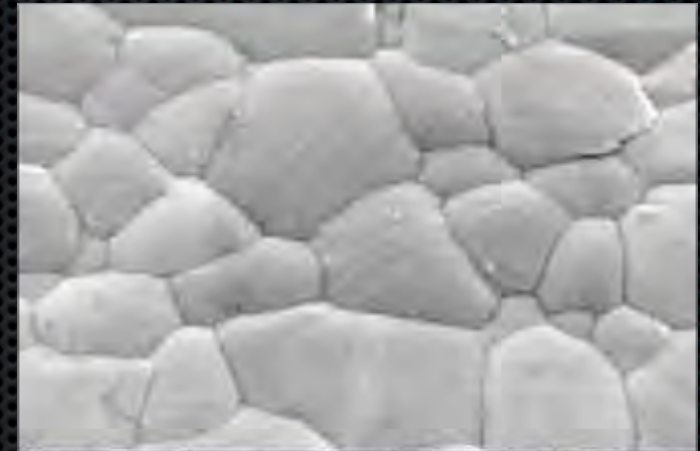
- ✦ $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
- ✦ estudo, desenho, criação, síntese, manipulação e aplicação de materiais, aparelhos e sistemas funcionais através do controlo da matéria à nano-escala, e a exploração de fenómenos e propriedades da matéria à nano-escala

nano Tecnologia

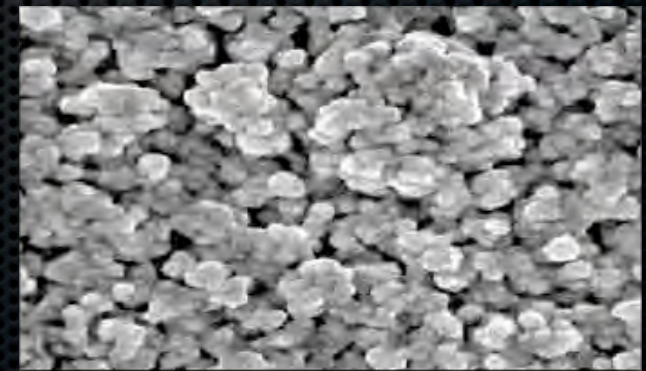
- ✦ $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
 - ✦ propriedades ondulatórias e^- na matéria
 - ✦ dimensão do DNA, proteínas, etc.
 - ✦ grande relação superfície/volume
 - ✦ luz visível
 - ✦ interacção grão-molécula

nano Tecnologia

- Aplicações: Medicina
 - Ag nano-cristalino como um agente anti-microbiano tópico
 - nano-partículas para transporte de drogas
 - nano-tubos para reparar fracturas de ossos



Ag normal



Ag nano

nano Tecnologia

- ✦ Aplicações: Energia
 - ✦ células de combustível
 - ✦ células solares
 - ✦ baterias
 - ✦ catalisadores sem Pt

nano Tecnologia

- ✦ Aplicações: Electrónica
 - ✦ Memórias com densidades de 1 TB/inch²
 - ✦ TV e monitores nano emissivos
 - ✦ transistores moleculares (~1 nm)

nano Tecnologia

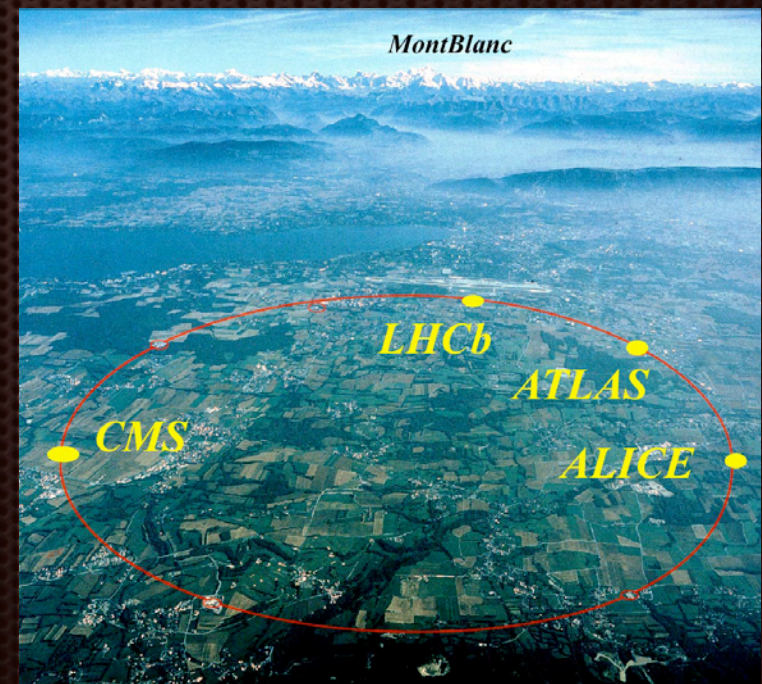
- ✦ Aplicações: Consumidores
 - ✦ nano fibras para impermeabilizar tecidos
 - ✦ nano poros para isolamento em sapatos
 - ✦ nano partículas de Ag em tecidos (mata bactérias e suprime mau cheiro)
 - ✦ nano partículas em produtos de limpeza, loções, protector solar, etc.
 - ✦ nano filme repelente de água para vidros

4 - Será a nano tecnologia a grande solução para o tratamento de cancros?

5 - A nano tecnologia poderá ajudar a controlar o clima?

LHC

Large Hadron Collider

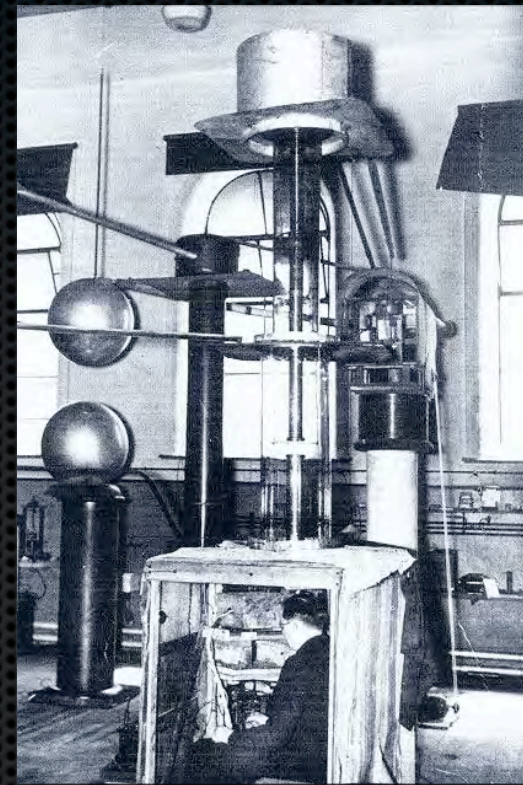


<http://www.w3.org/DesignIssues/diagrams/cern/CERN-MontBlanc-letter.jpg>

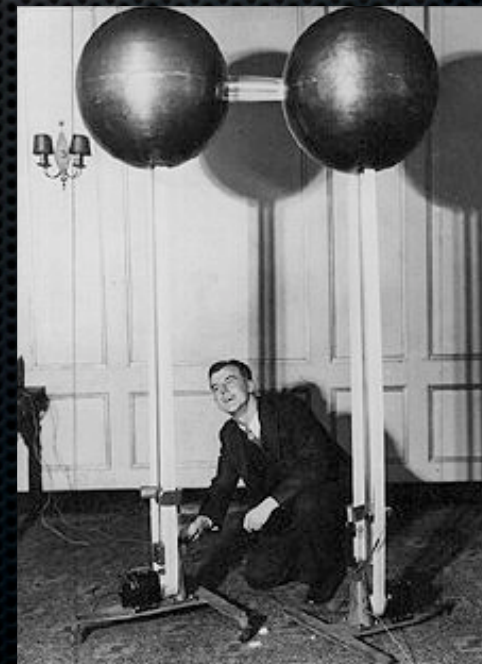
LHC

- ✦ Aceleradores

- ✦ Cockcroft & Walton



- ✦ van de Graaf



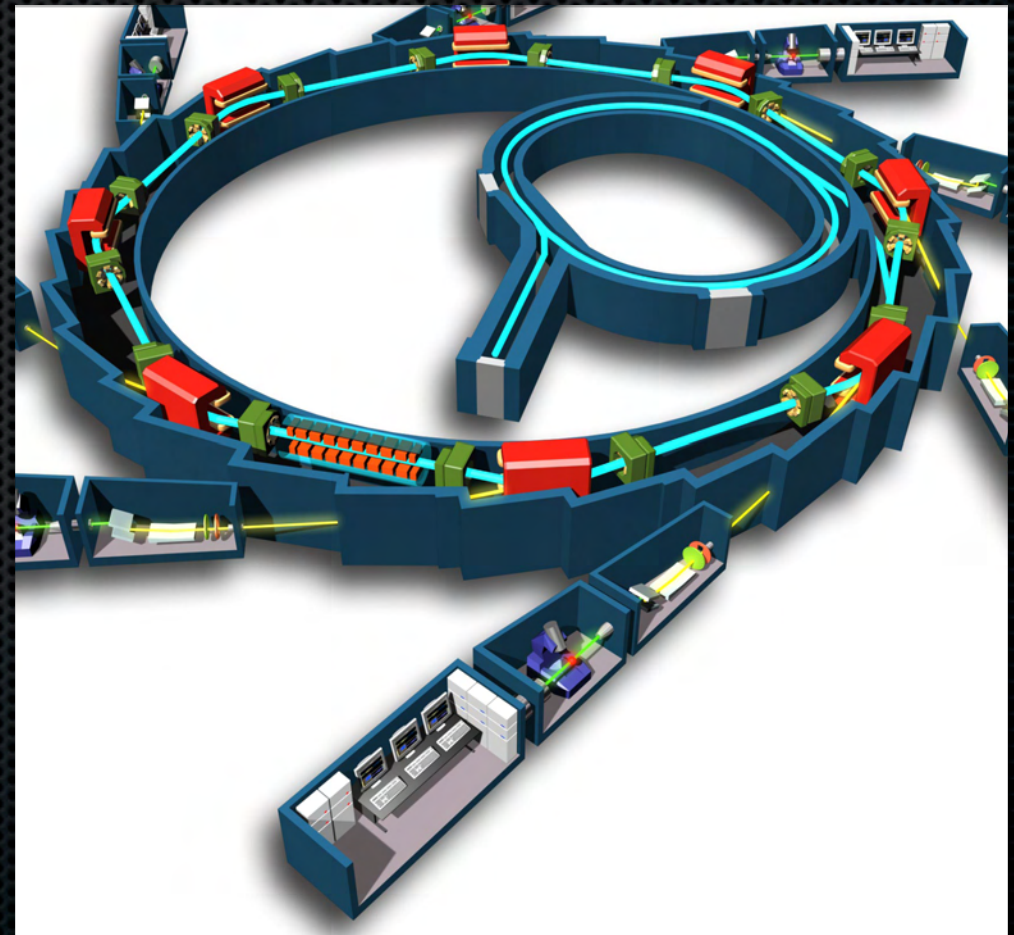
- ✦ Ciclotrão



<http://www.aip.org/history/lawrence/epa.htm>

LHC

- ✦ Sincro-sincrotão
- ✦ Cavidades de ressonância
- ✦ Magnetes



LHC

✦ Large Hadron Collider

✦ CERN

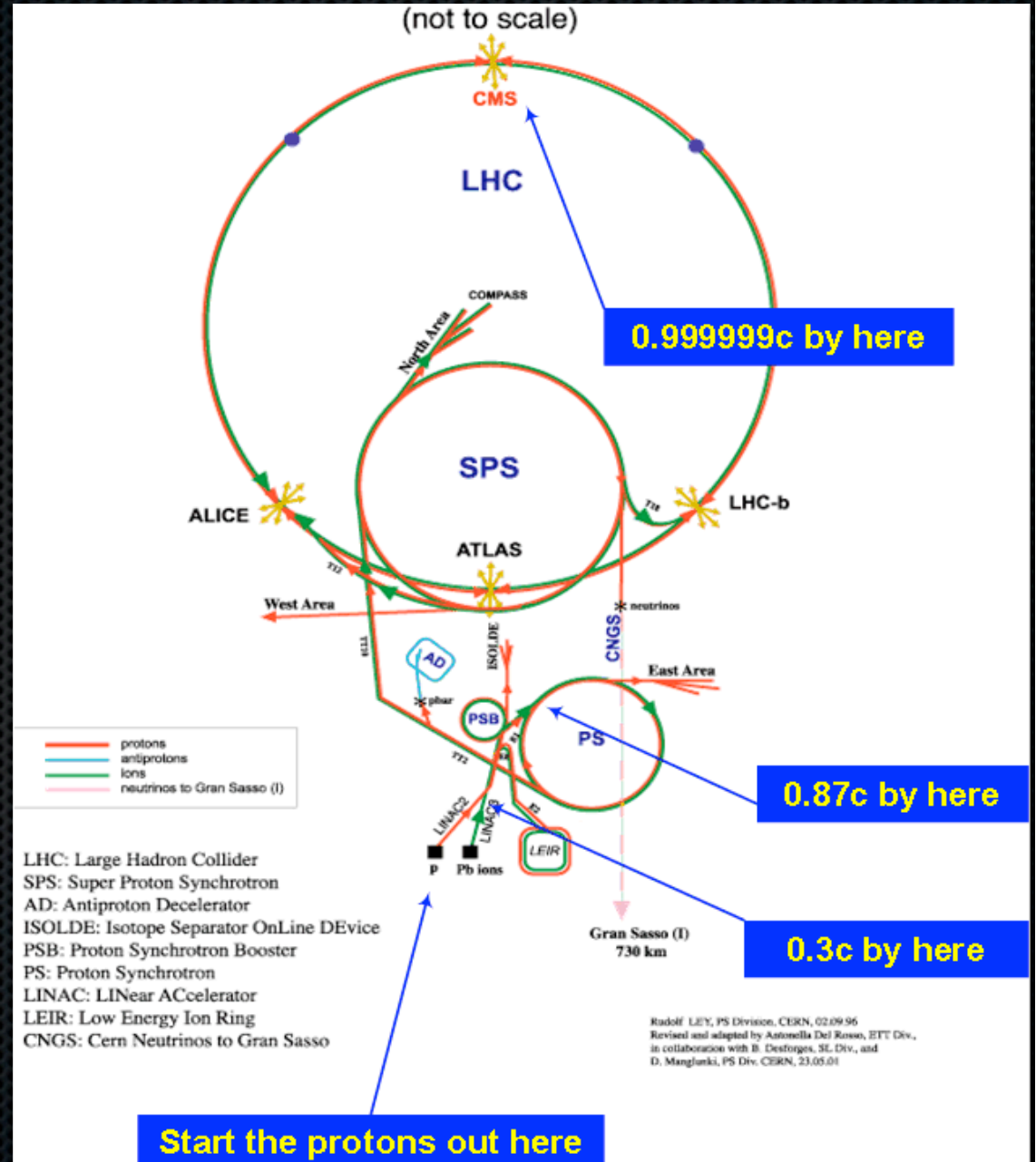
✦ Genève, Suíça

<http://www.cern.ch>

<http://lhc.web.cern.ch/lhc/>

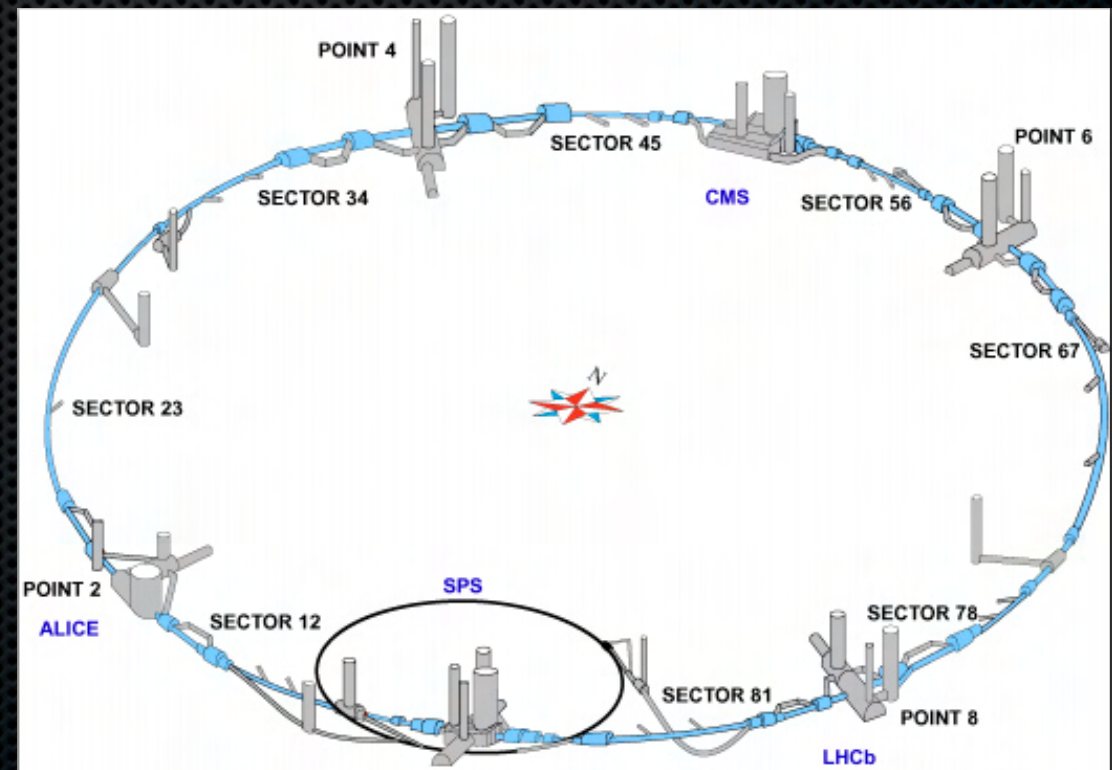
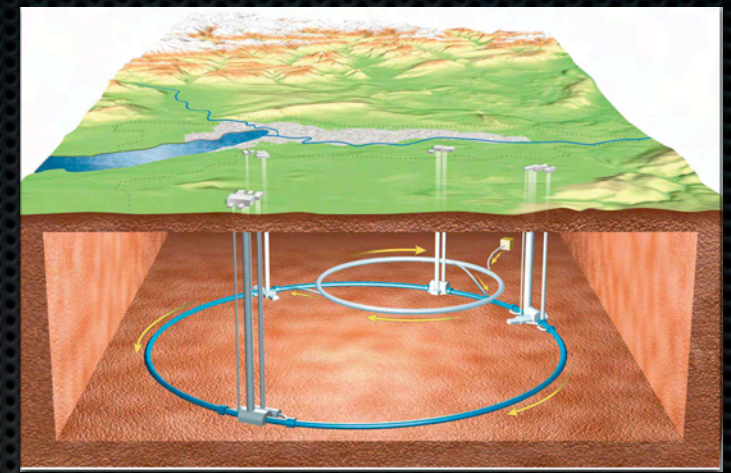
<http://lhc-machine-outreach.web.cern.ch/>

http://www.lhc-closer.es/pages/phy_1.html



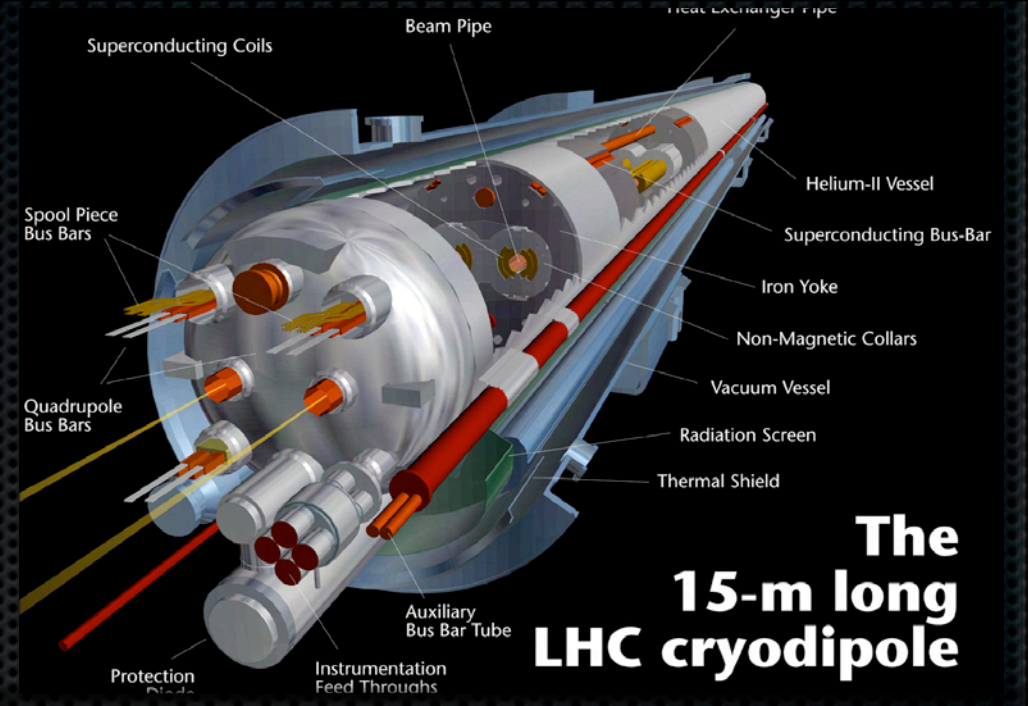
LHC

- $\varnothing = 8\,486\text{ m}$ (26\,659 m)
- $3,23 \times 10^{14} \text{ p}^+$, 99,99999991% c
- 362 MJ (TGV a 150 km/h)
- 11 245 Hz (6×10^8 col/s)
- $P = 10^{-13}$ atm, $T = 1,9$ K
- plasma, $T \sim 100\,000 T_{\text{sol}}$
- gravidade - 78 ms ($\varnothing/2$ beam pipe)



LHC

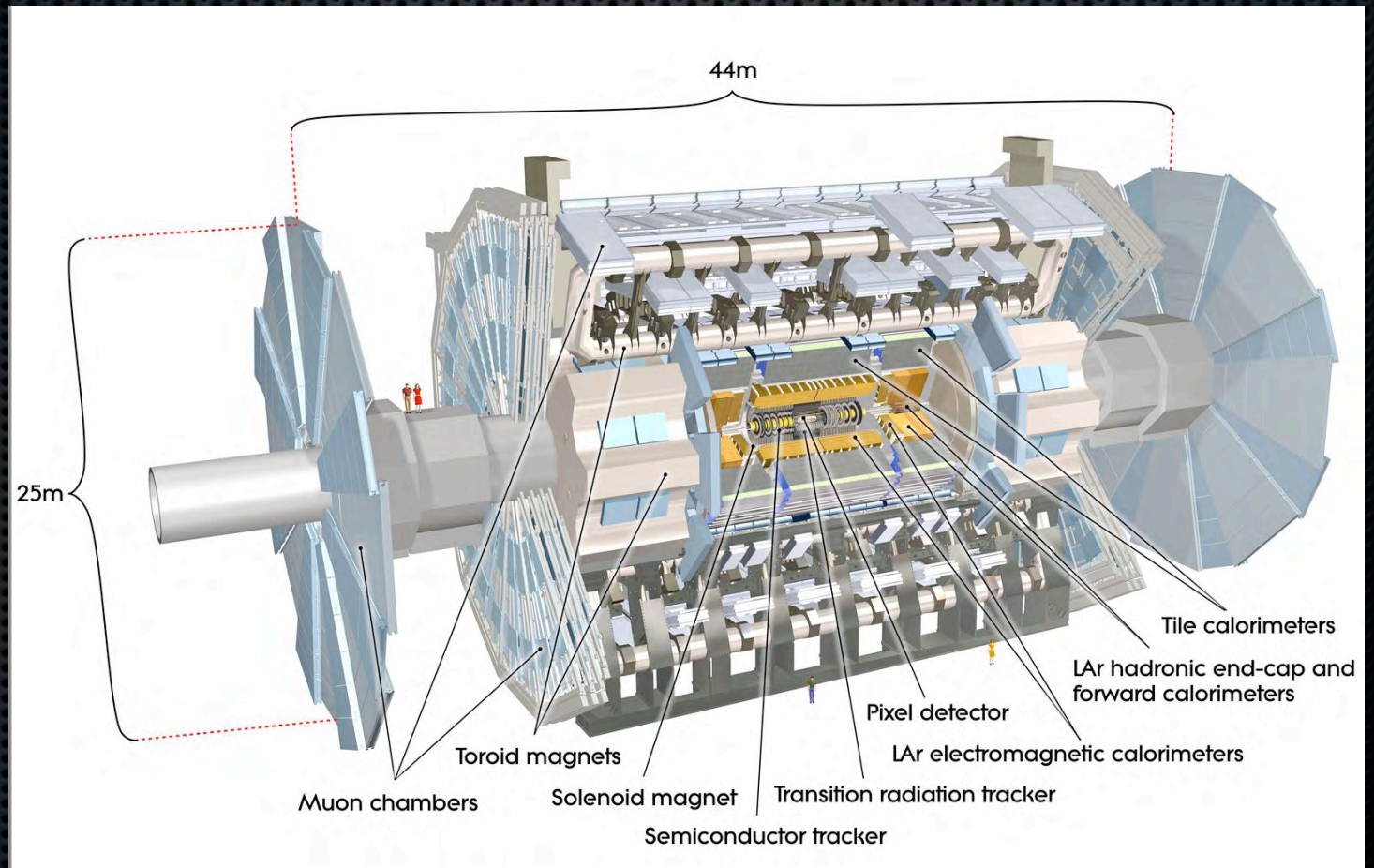
- 10's milhares PC
- 100's milhões linhas de programa
- 111 nações - ~5350 cientistas
- Consumo - 120 MW
- Custo - 2 600 M€



LHC

Instrumentos

ATLAS



46m x 25m x 25m - 7 000 ton

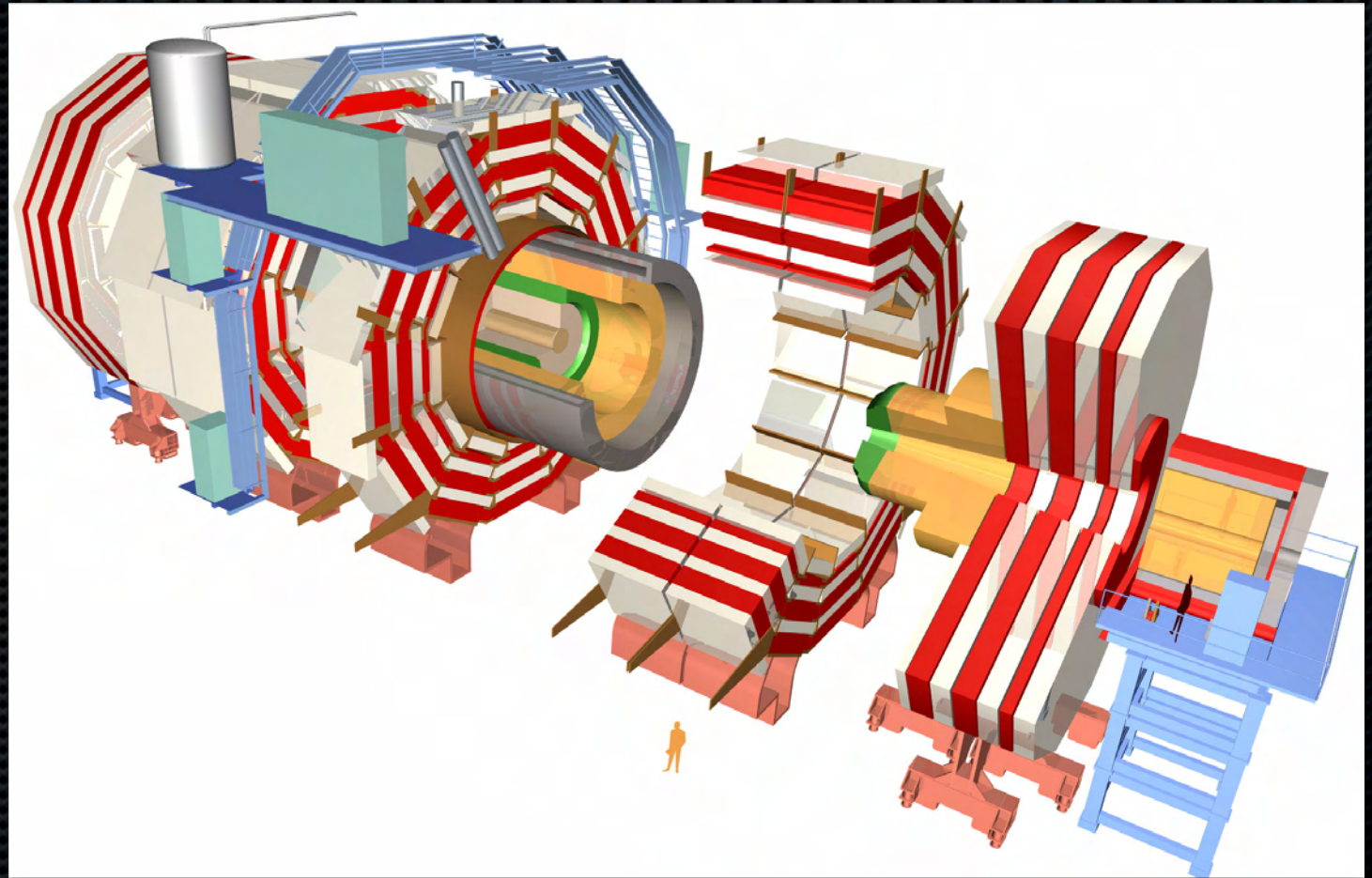
Física nova: partículas, relat. quântica, matéria negra

LHC

✦ Instrumentos

✦ ATLAS

✦ CMS



21m x 15m x 15m - 12 500 ton

Física nova: partículas, dimensões extra, matéria negra

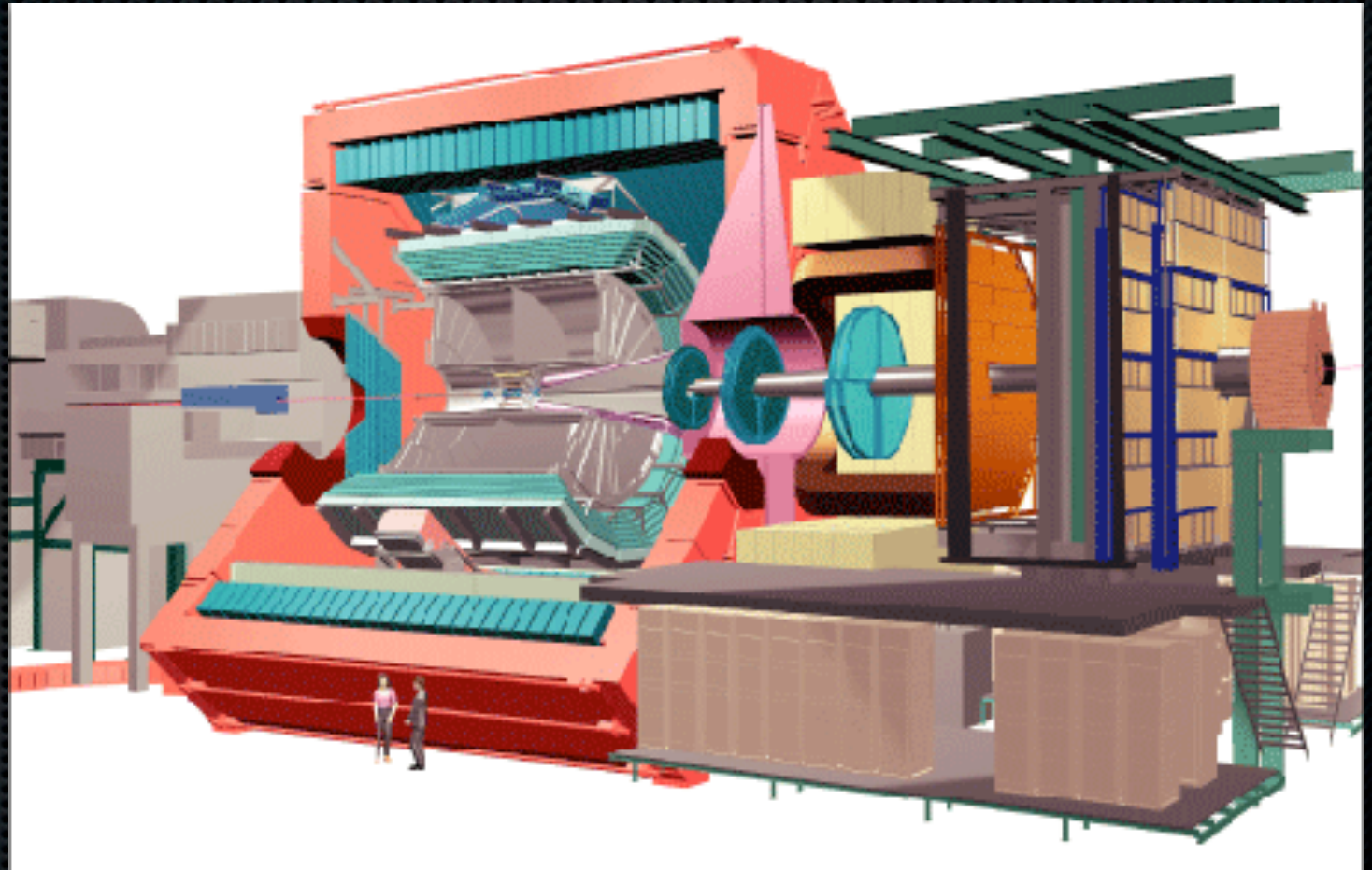
LHC

✦ Instrumentos

✦ ATLAS

✦ CMS

✦ ALICE



26m x 16m x 16m - 10 000 ton
Colisões de íões Pb: plasma quark-gluão (Big-Bang)

LHC

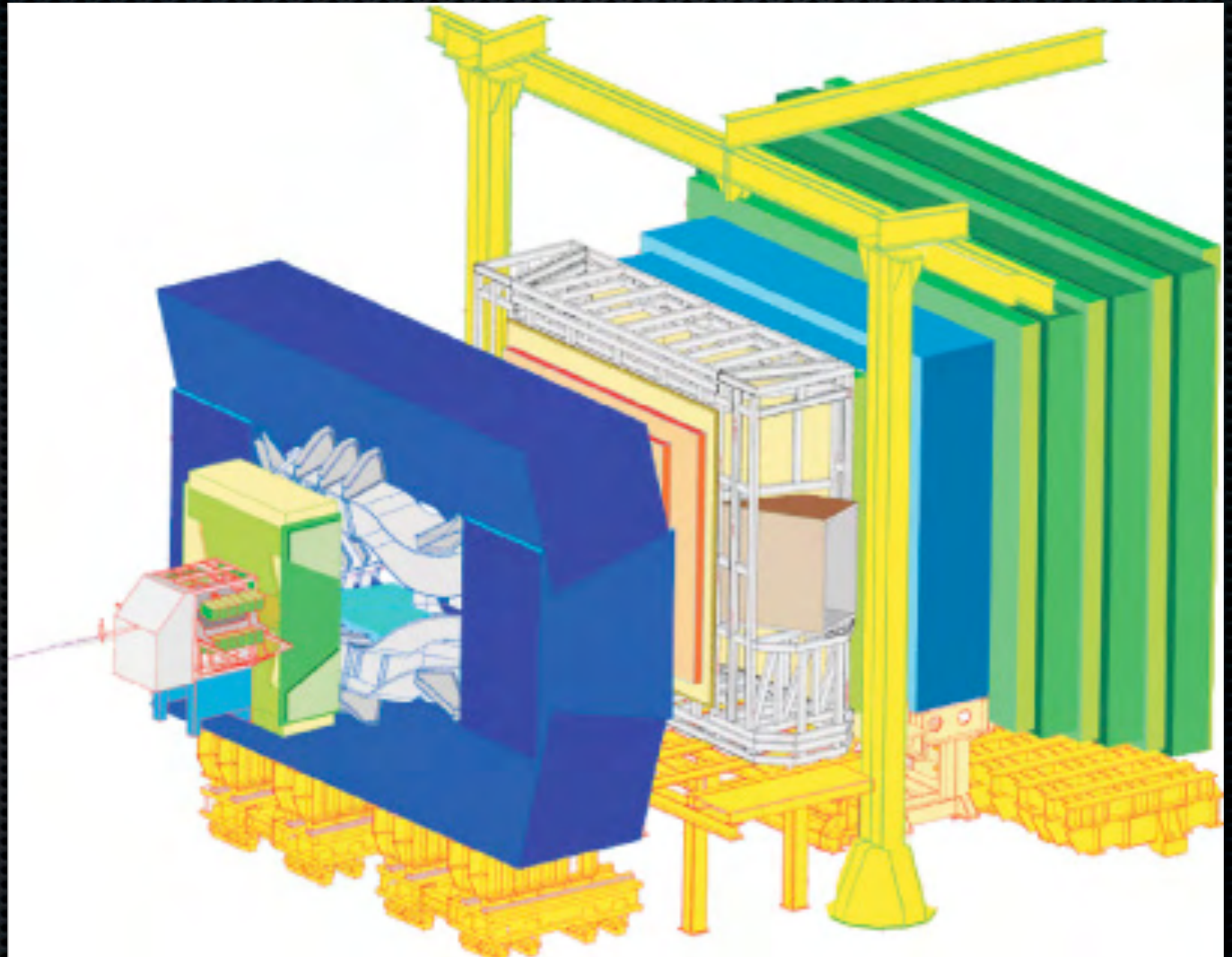
✦ Instrumentos

✦ ATLAS

✦ CMS

✦ ALICE

✦ LHC-b



21m x 10m x 13m - 5 600 ton

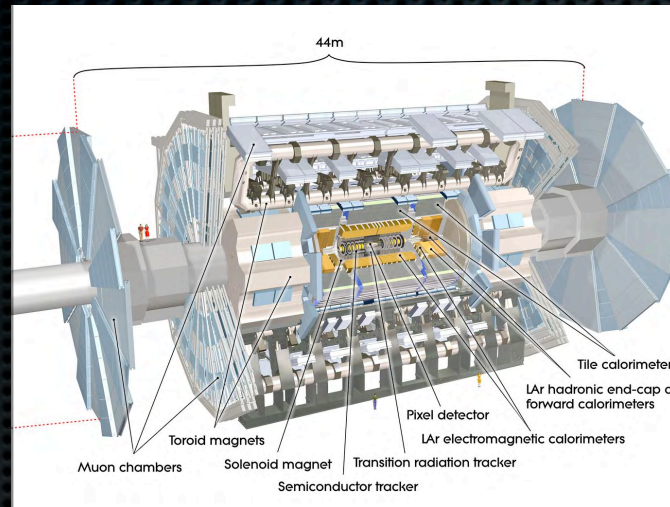
Quark b (beauty): matéria vs. antimatéria

LHC

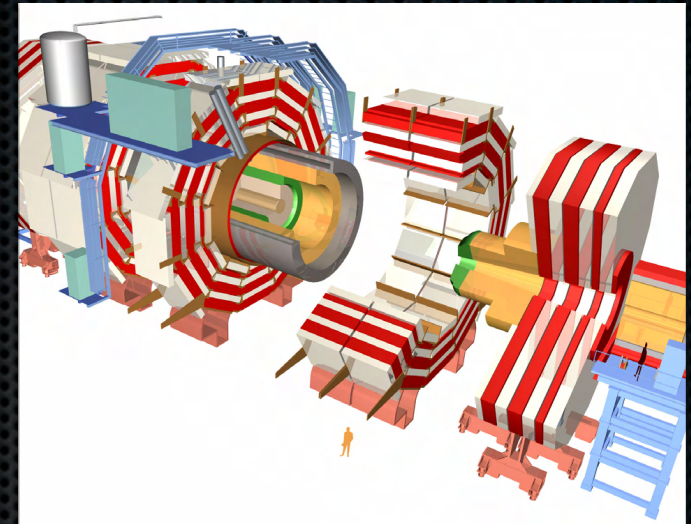
- Instrumentos

- Dados - 1 PB/ano

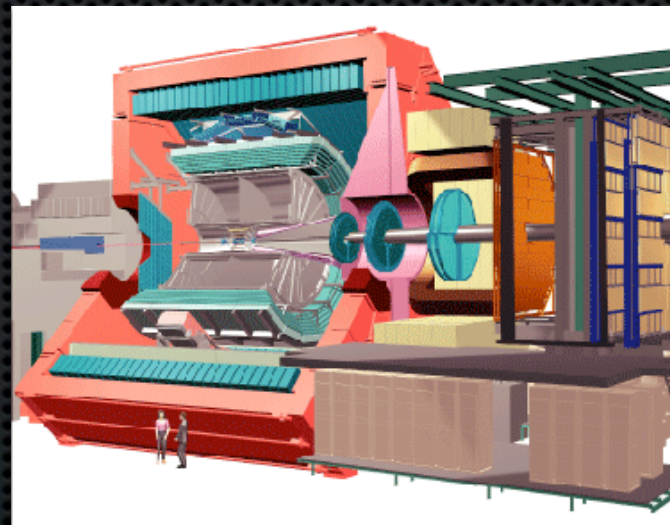
- GRID - computação distribuída



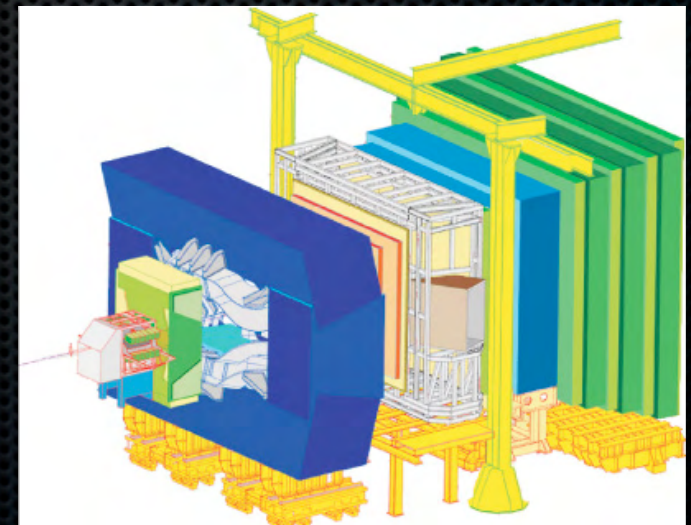
ATLAS



CMS



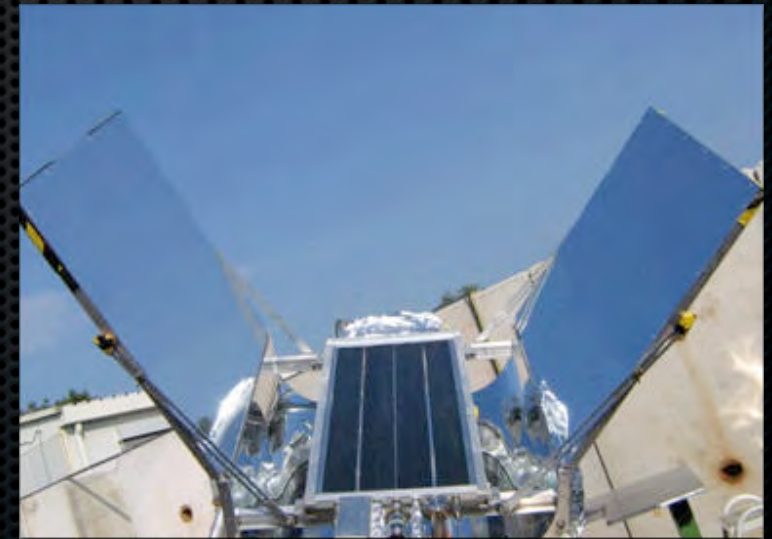
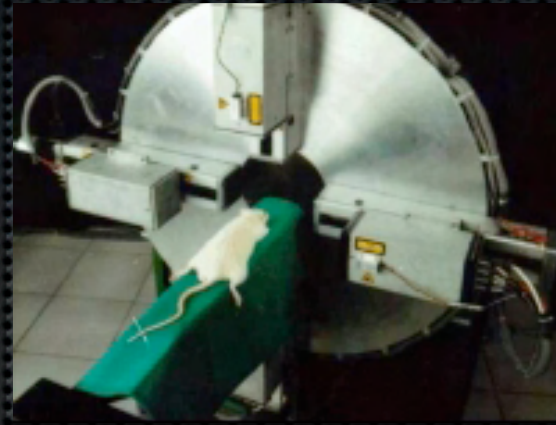
ALICE

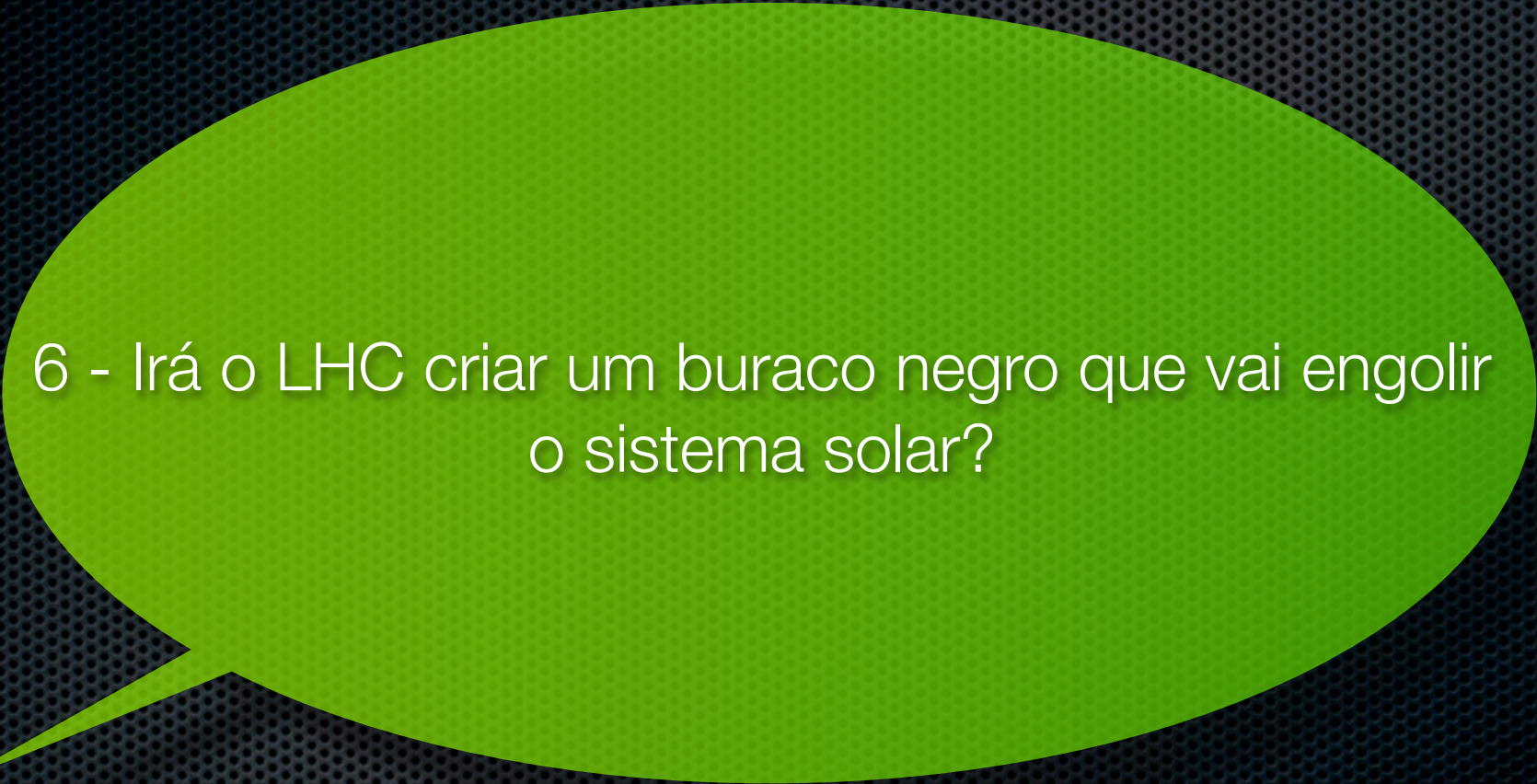


LHC-b

LHC

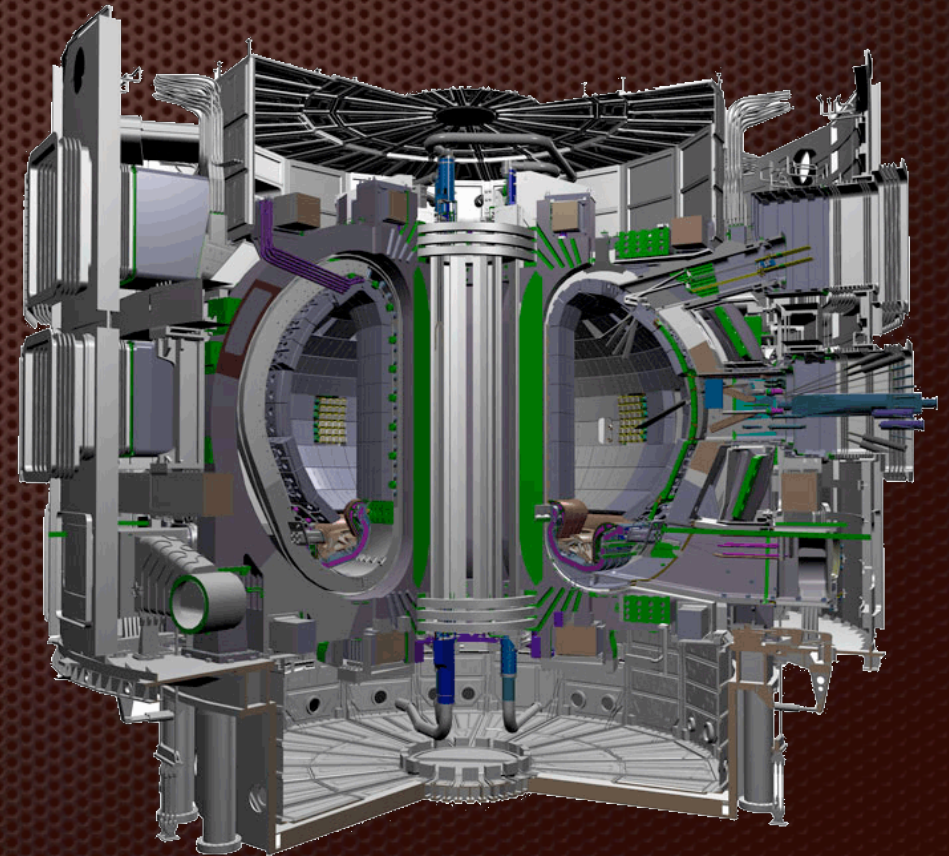
- ✦ Benefícios para Sociedade
 - ✦ Novos detectores
 - ✦ Imagologia médica
(TAC, RMN, PET,...)
 - ✦ Novos painéis solares
 - ✦ Novos isótopos (braquiterapia)
 - ✦ ...





6 - Irá o LHC criar um buraco negro que vai engolir o sistema solar?

Fusão Nuclear TOKAMAK

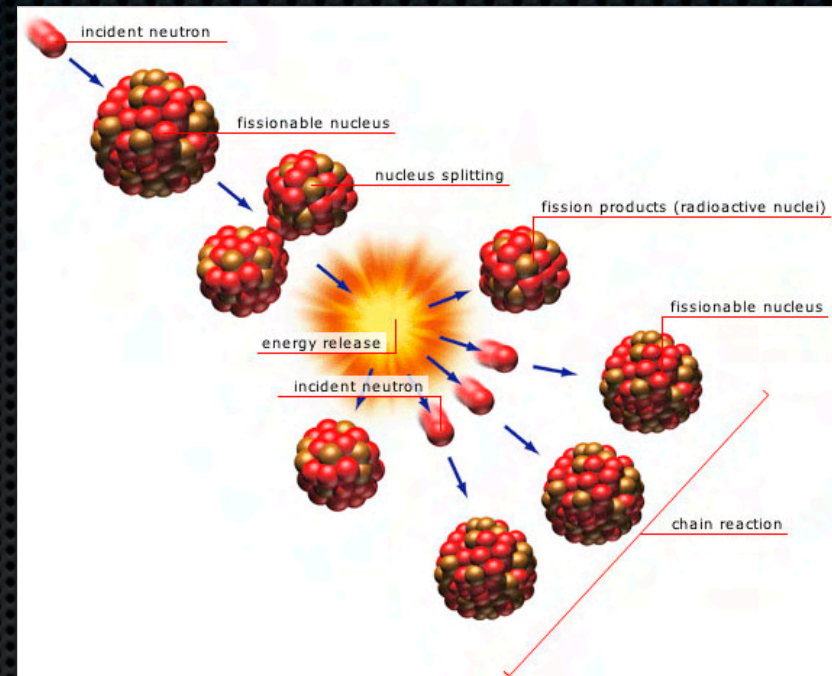


<http://www.iter.org/mach/Pages/Tokamak.aspx>

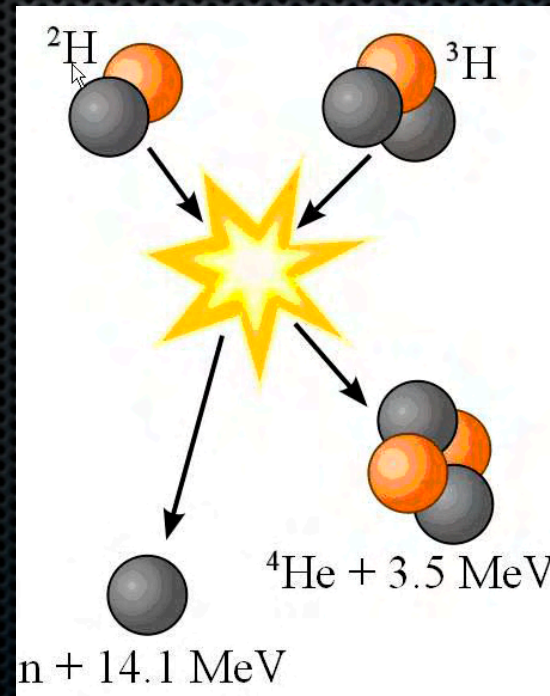
TOKAMAK

Energia Nuclear

- Fissão nuclear
- Fusão nuclear



<http://www.oxfordreference.com/>



<http://prl.anu.edu.au/H-1NF/>

TOKAMAK

Energia Nuclear

- Fissão nuclear



>1954

- Fusão nuclear

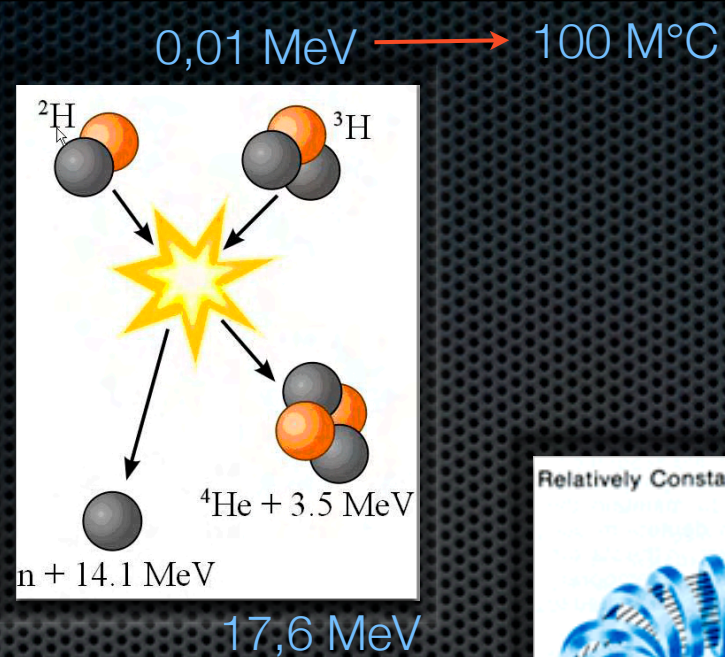


1952

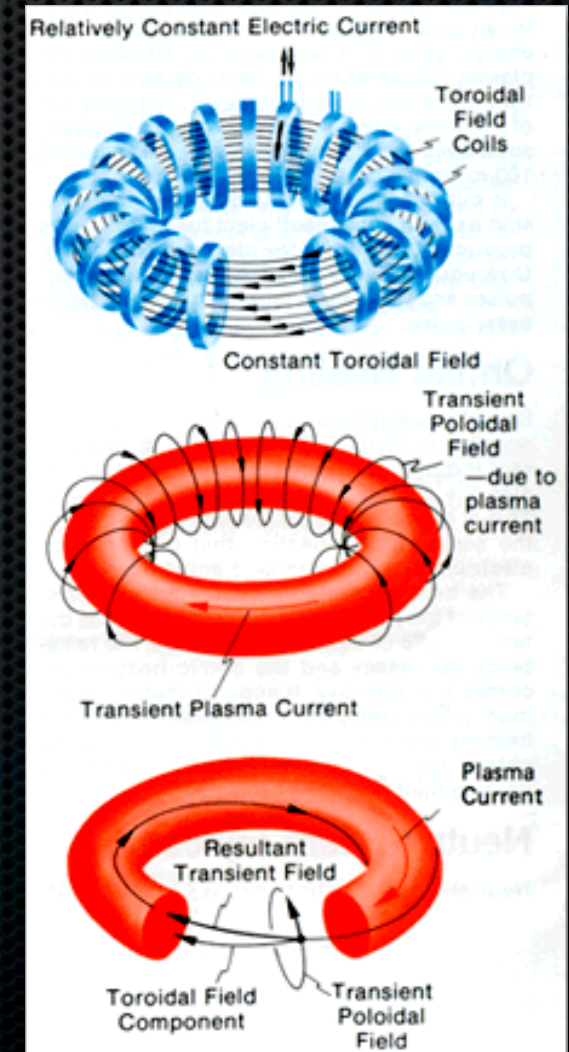


TOKAMAK

Fusão Nuclear



- D-D ou D-T
- Plasma a 100 000 000 K
- Ta_4HfC_5 , $T_m = 4488 \text{ K}$
- Campo toroidal + poloidal

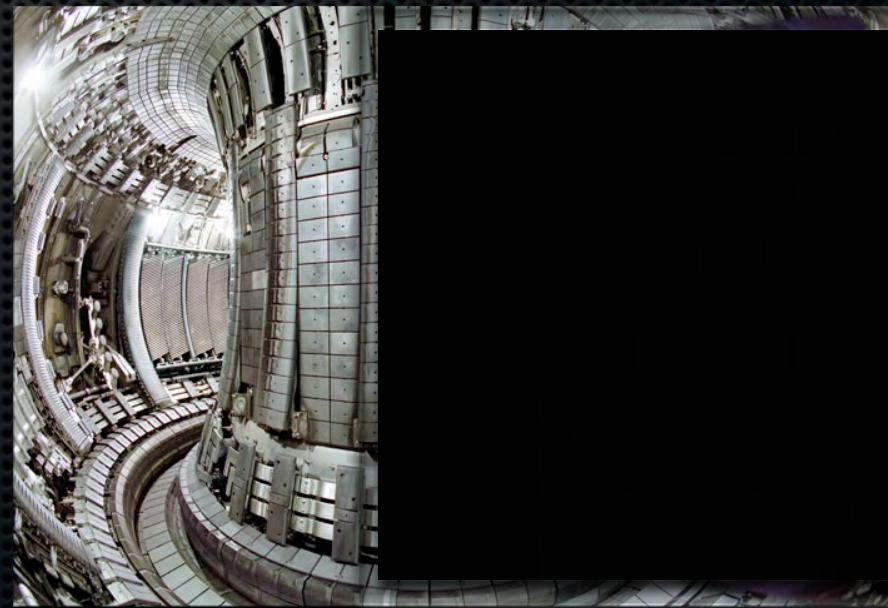


TOKAMAK

JET - Joint European Torus

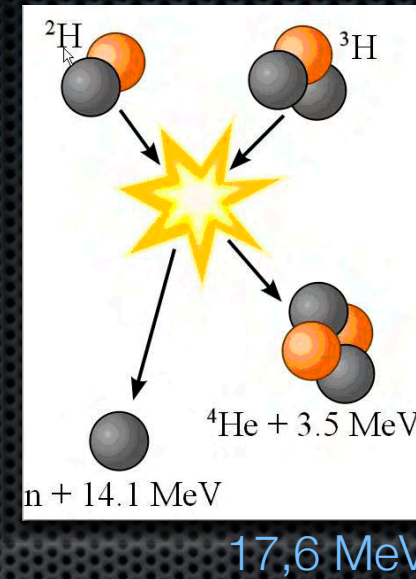


- Oxfordshire
- 1997 - 16 MW, $Q = 0.7$
- 1998 - $Q = 1.25$, JT-60 Jap.

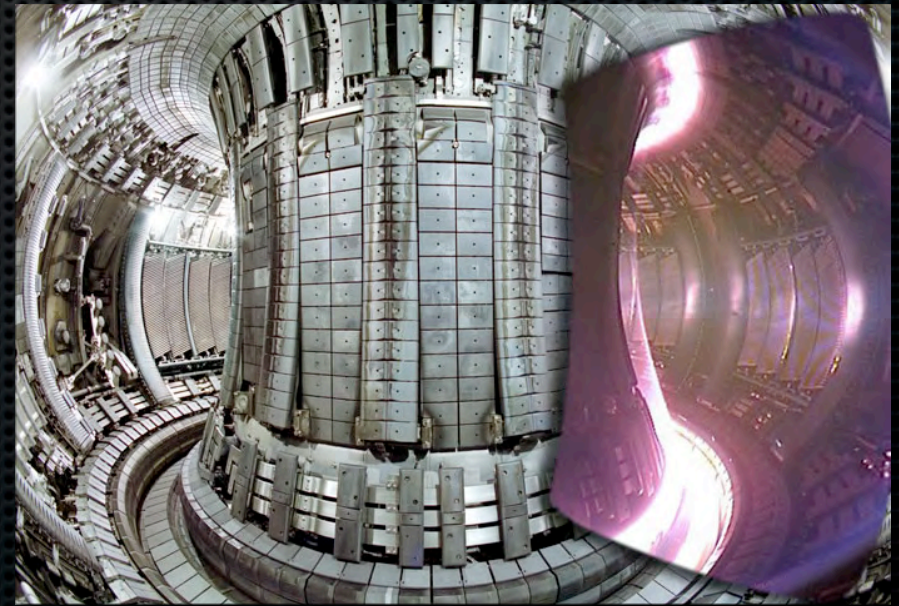


TOKAMAK

JET - Joint European Torus

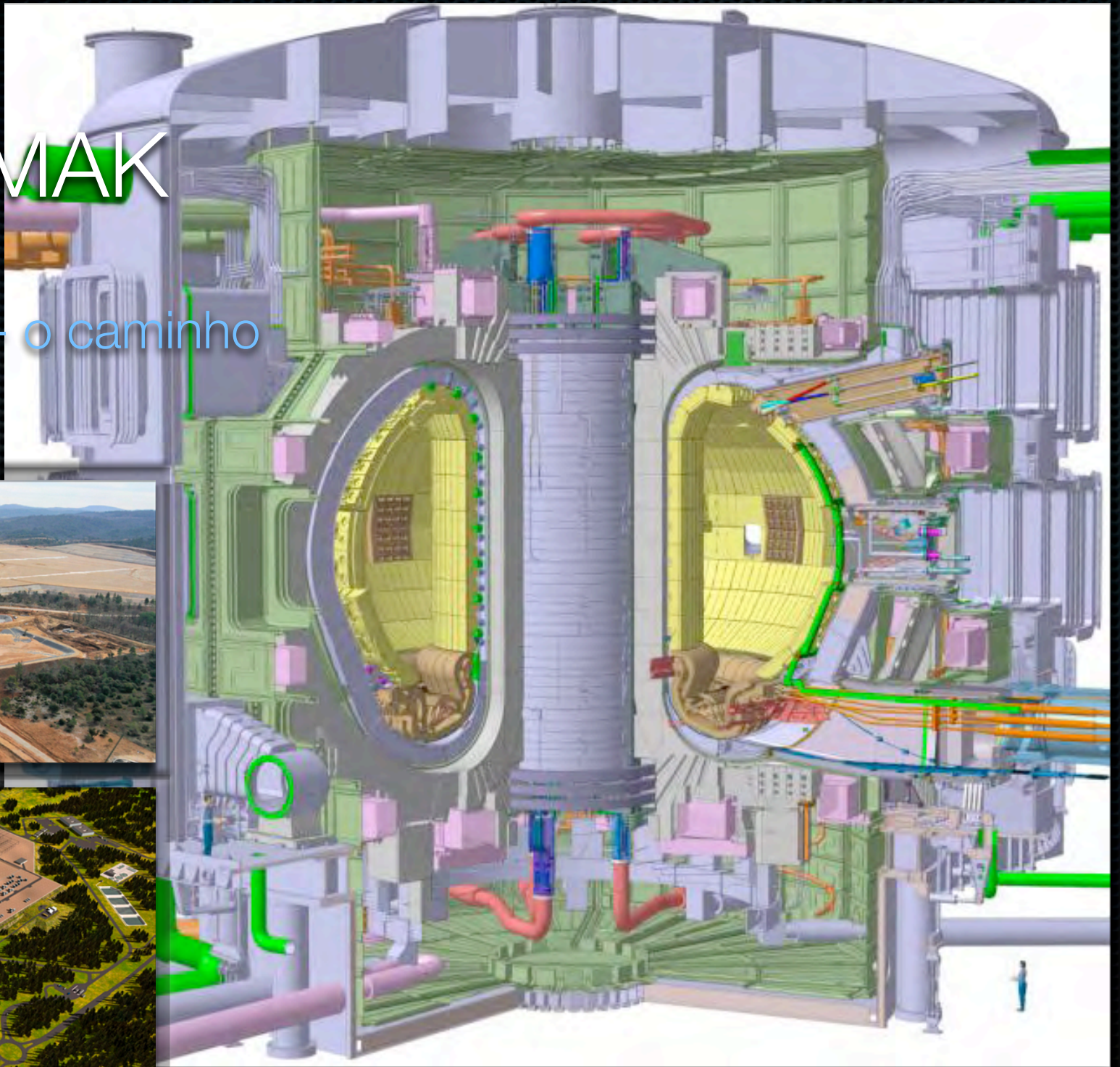


- ✦ Como extrair o “calor”?
- ✦ Como injetar combustível?



TOKAMAK

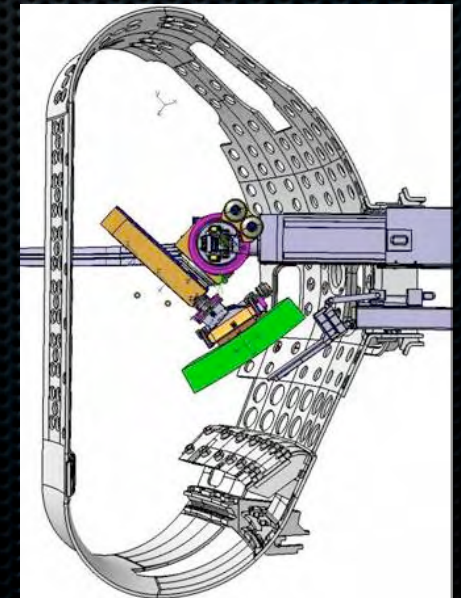
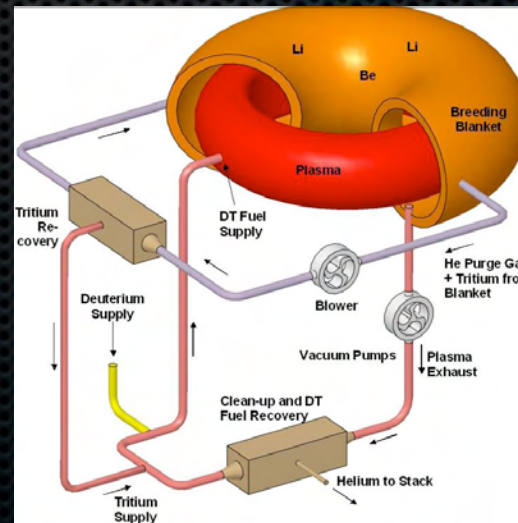
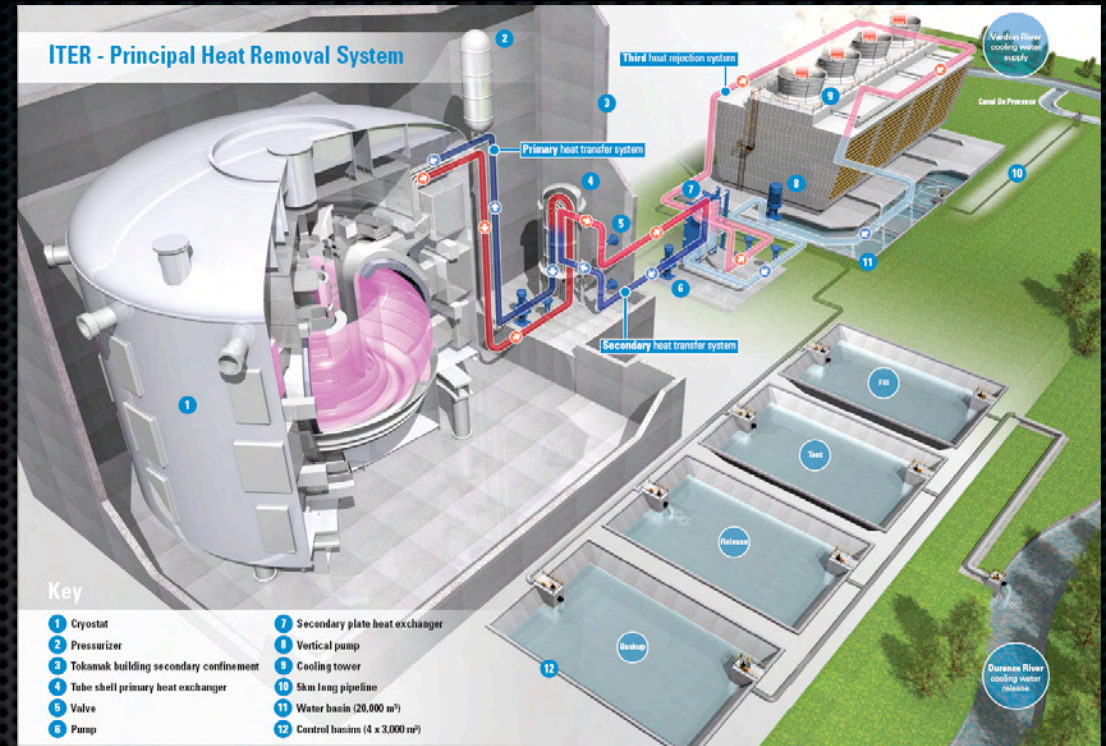
ITER [Latim] - o caminho



TOKAMAK

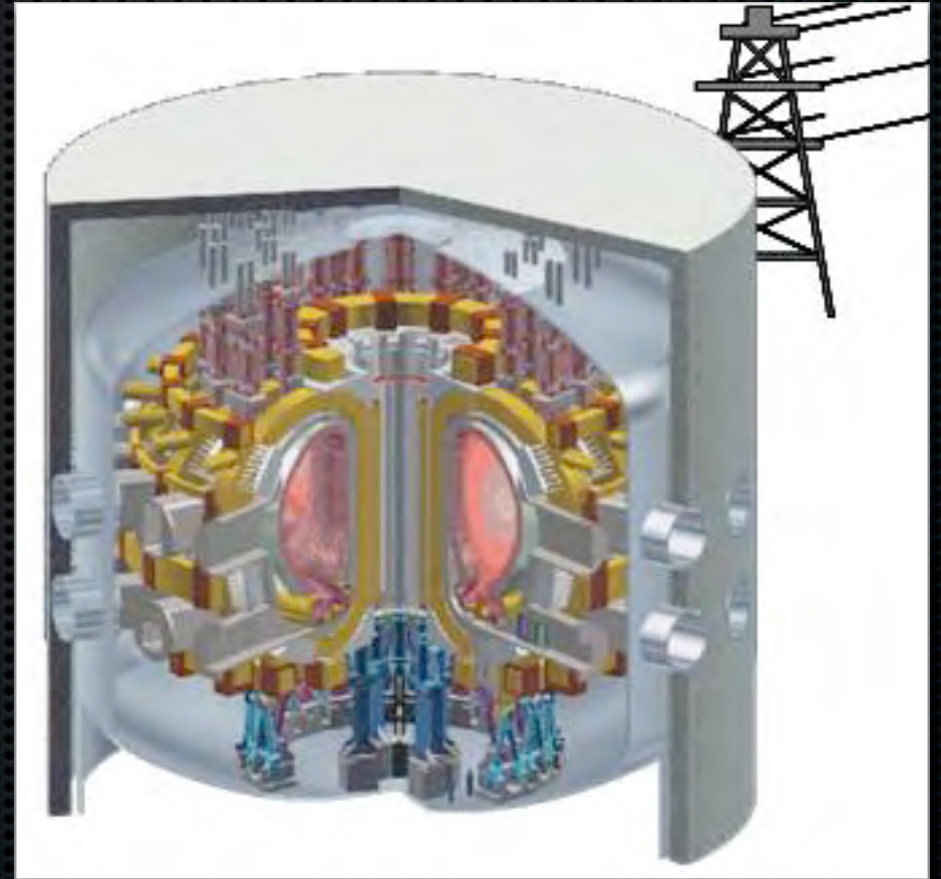
ITER

- ✦ $Q = 10$
- ✦ plasma auto-sustentável
- ✦ Plasma estável, $Q = 5$ (500 MW)
- ✦ 8 minutos
- ✦ tecnologia, produção T
- ✦ extracção do “calor”
- ✦ custo 10 000 M€ (30 anos)



TOKAMAK

- ✦ DEMO
- ✦ 2 GW
- ✦ 2040



TOKAMAK

▪ Benefícios: áreas tecnológicas

- Remote handling systems
- Semiconductor manufacturing
- Large area plasma etching and deposition
- Extreme Ultra Violet Lithography (EUVL)
- Thin film deposition EUV masks
- Precision EUV optical elements
- X-ray micro-lithography
- Direct write e-beam array using nano-tube electron field emitters
- Ion implantation
- Plasma HDTV display panels

TOKAMAK

✦ Benefícios

Medical/Health

- Laser cavity drilling
- Medical isotope separation (laser/rf)
- Tissue welding
- X-ray catheter
- Continuous glucose monitor
- Photo-acoustic laser system for blood clot emulsification
- Dental imaging
- Grain sterilisation & milk pasteurisation
- Magnetic Resonance Imaging (MRI)

Pulsed power and power conversion

- IGBT power conversion units for trains, buses and earth movers
- Microwave Impulse Radar (MIR)
- Power generation, transmission, storage, conditioning, surge limiting and motors

Material processing

- Laser peening
- Ion beam surface modification
- Microwave sintering
- Enhanced Chemical Vapour Deposition (EPCVD)

Superconductivity

- Nuclear Magnetic Resonance (NMR)
- Superconducting cyclotrons for isotope production and neutron radiography
- Superconducting synchrotrons for X-ray lithography
- Magnetic separation of materials (e.g. clay)
- Magnetic Resonance Imaging (MRI)

Space propulsion

- Magneto plasma thrusters

Waste processing

- Plasma torch
- Waste vitrification
- Cryopellet ablation
- Isotope separation
- Microwave spallation of contaminated surfaces
- Plasma-assisted catalyst

Confinamento por LASER

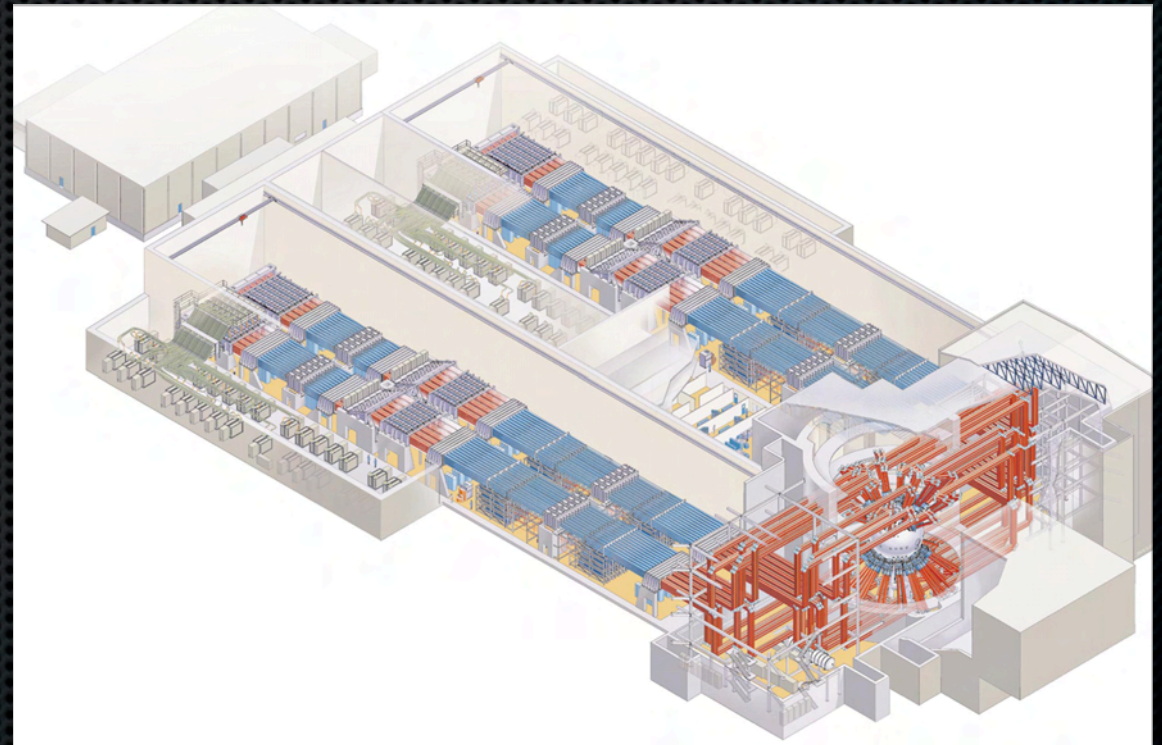
- ✦ NIF - National Ignition Facility

- ✦ USA

- ✦ ignição em 2010

- ✦ 4 MJ laser

- ✦ 20 ~ 40 MJ energia fusão



<https://lasers.llnl.gov/>

Confinamento por LASER

- NIF

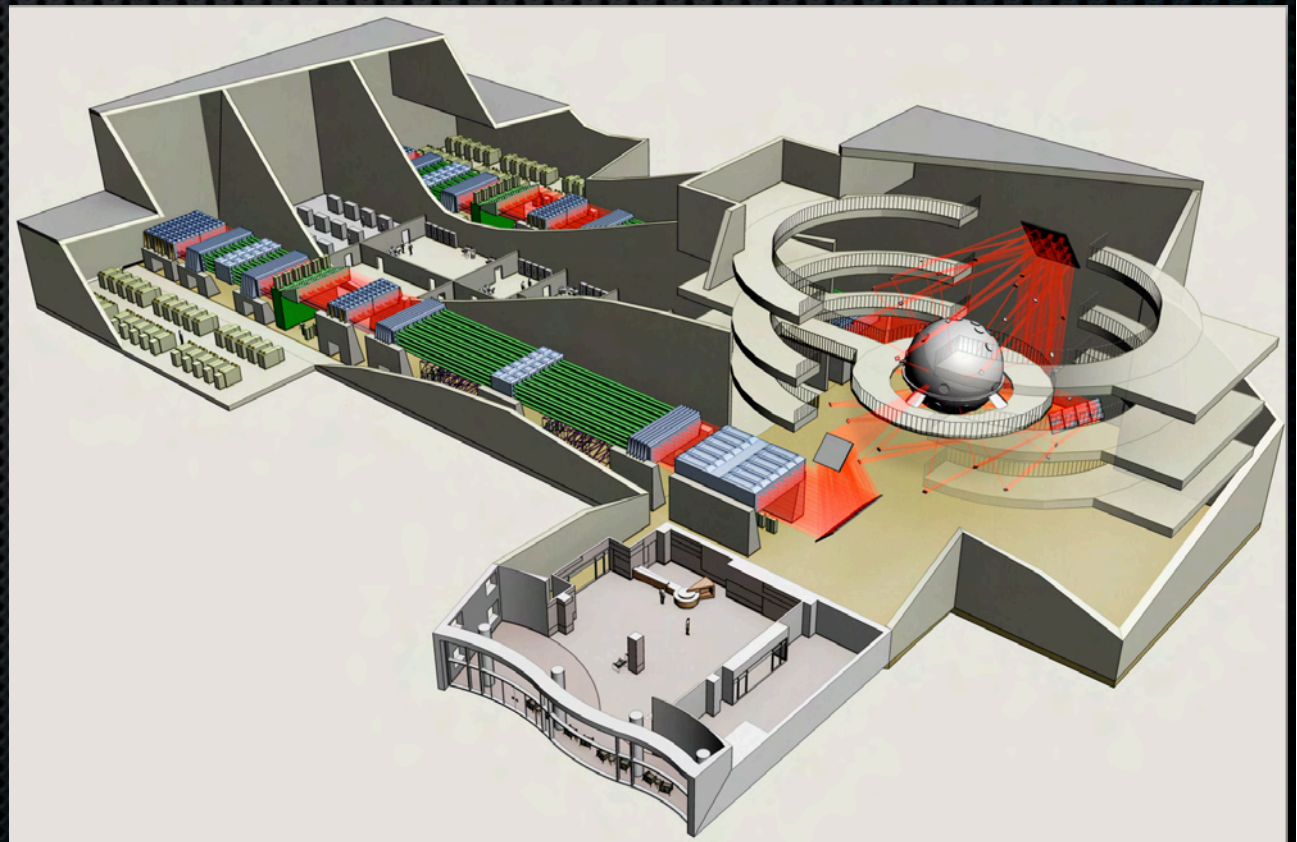
- 192 feixes laser

- ~ 1 ps



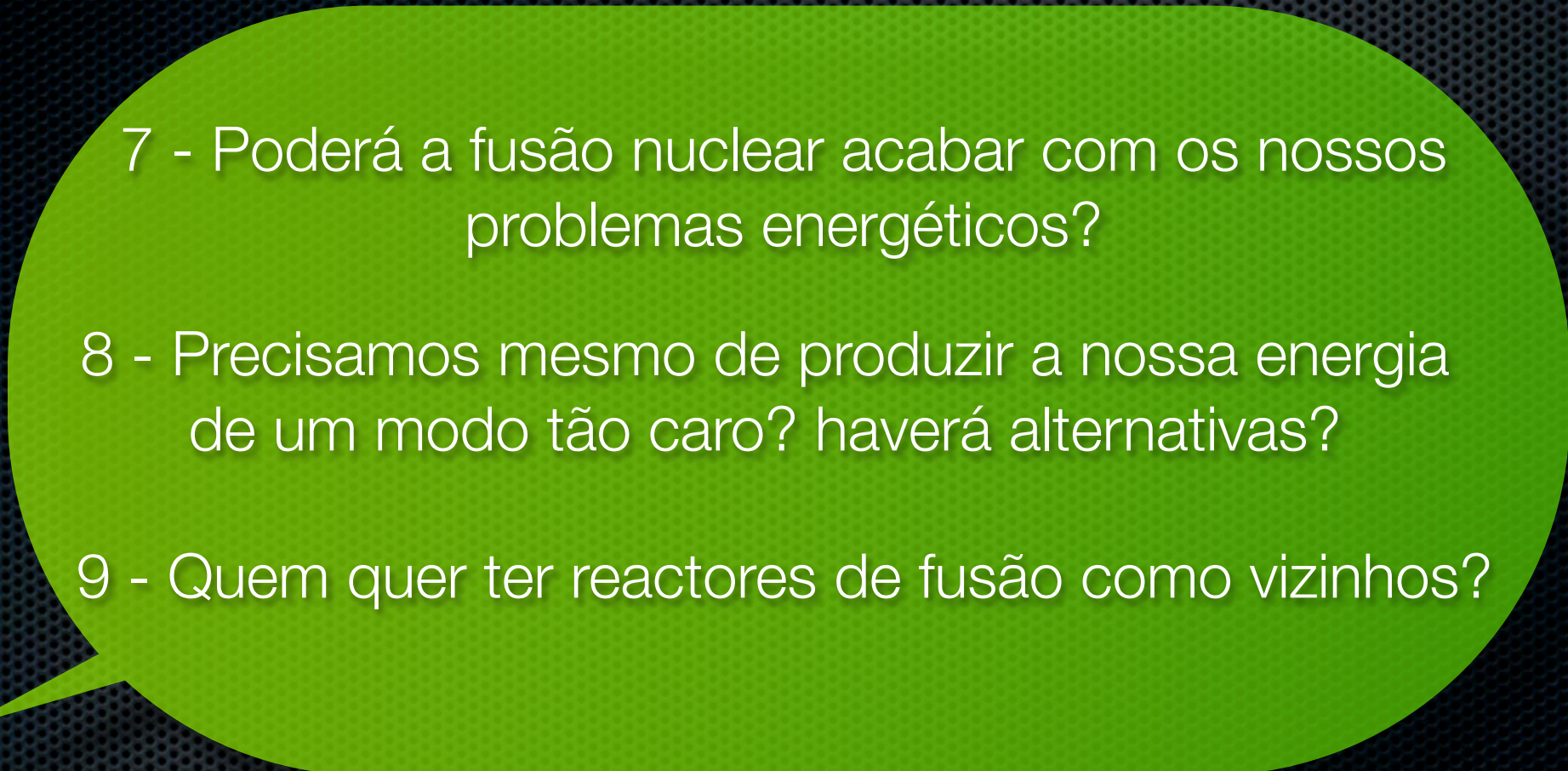
Confinamento por LASER

- HIPER
 - High Power laser Energy Research Facility
 - EU
 - ~ 2020



Confinamento por LASER

- Benefícios
 - Tecnologia ópticas e outras
 - Lasers de megawatt
 - Fontes luz para imagiologia
 - Matéria de alta-densidade
 - Astrofísica no laboratório

- 
- 7 - Poderá a fusão nuclear acabar com os nossos problemas energéticos?
 - 8 - Precisamos mesmo de produzir a nossa energia de um modo tão caro? haverá alternativas?
 - 9 - Quem quer ter reactores de fusão como vizinhos?

Conclusão

- Quanto mais ciência se procurar, mais (e melhor) ciência se encontra
- Investir em pesquisa fundamental é um rendimento seguro para a sociedade

Questões orientadoras:

GERAIS

1 - Onde vamos encontrar computadores no futuro?

Será benéfico, para o ambiente, haver cada vez mais e mais pequenos

2 - Haverá áreas de investigação prioritárias?

TELESCÓPIOS:

3 - Que importância poderá vir a ter (ou já tem) a óptica adaptável para os consumidores?

NANO TECNOLOGIA

4 - Será a nano tecnologia a grande solução para o tratamento de cancros?

5 - A nano tecnologia poderá ajudar a controlar o clima?

ACELERADORES:

6 - Irá o LHC criar um buraco negro que engula o sistema solar?

FUSÃO NUCLEAR

7 - poderá a fusão nuclear acabar com os nossos problemas energéticos?

8 - Precisamos mesmo de produzir a nossa energia deste modo tão caro? haverá alternativas?

9 - Quem quer ter reactores de fusão como vizinhos?